

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN-TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

**ESTUDIO AGROLOGICO DE LA AGRONÓMICA
INPREX/FCAG-UNJBG**

TESIS

Presentada por:

Bach. DAVID JUAN LIMACHE ORTIZ

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TACNA - PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Académico Profesional de Agronomía

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONOMÍA – INPREX/FCAG-UNJBG

TRABAJO DE TESIS SUSTENTADO Y APROBADO EL 18 DE SETIEMBRE
DEL 2013, ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE



MSc. Magno Robles Tello

SECRETARIO



MSc. Nivardo Nuñez Torreblanca

VOCAL



Dra. Rosario Zegarra Zegarra

ASESOR



MSc. Mario Galvez Briceño

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mis padres José Miguel Limache Condori y María Nicolasa Ortiz Padilla por su apoyo moral y económico, para desarrollar la carrera de agronomía.

Al Ing. Irene Vilma Limache Ortiz por su apoyo económico para desarrollar el presente trabajo de tesis y en agradecimiento al apoyo técnico brindado por el Ing. Mario Galvez Briceño.

CONTENIDO

RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	2
I. REVISION BIBLIOGRÁFICA	3
II. MATERIALES Y MÉTODOS	61
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Arsénico y boro que llega a Magollo en el agua de riego	43
Cuadro 2: Unidades fisiográficas del área de estudio	47
Cuadro 3: Parámetros meteorológicos MAP Jorge Basadre G.	48
Cuadro 4: Parámetros en análisis de caracterización de suelos	65
Cuadro 5: Claves para órdenes de suelos	71
Cuadro 6: Claves para subórdenes del orden Entisols	71
Cuadro 7: Claves para grandes grupos del suborden Fluvents	72
Cuadro 8: Claves para subgrupos del gran grupo Ustifluvents	72
Cuadro 9: Fases por profundidad efectiva	76
Cuadro 10: Clasificación Natural de los Suelos	85
Cuadro 11: Unidades cartográficas de la U. A. "La Agronómica"	87
Cuadro 12: Cuadro de capacidad de uso mayor	95
Cuadro 13: Tierras de la Unidad Agraria la Agronómica	96
Cuadro 14: Fertilidad del suelo en el área de estudio	99
Cuadro 15: Clases de suelos según su salinidad	100
Cuadro 16: Clase de suelo según su PH	101
Cuadro 17: Niveles de boro en el área de estudio	102

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Temperatura máxima, media y mínima.....	49
Gráfica 2: Parámetro de precipitación total	50
Gráfica 3: Parámetro de evaporación	51
Gráfica 4: Humedad relativa durante todo el año.....	52
Gráfica 5; Horas sol en el área de estudio.	52
Gráfica 6: Temperatura del suelo a 50 cm de profundidad.....	53

RESUMEN

En el presente estudio agrológico a nivel semidetallado, se describen los suelos de la Unidad Agraria “La Agronómica” del Instituto de Investigación, Producción y Extensión Agraria; que lo administra la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna, cuya ubicación geográfica está comprendida entre las coordenadas UTM, zona 19K con una altitud de 530 msnm. y una extensión de 19,14 ha, localizada en el valle de Tacna e irrigada actualmente con aguas de la cuenca del Uchusuma.

Para la obtención de los resultados esperados se utilizó la metodología planteada en D.S. 013-.2010 AG. Reglamento para la ejecución de levantamientos de suelos y el D.S. 017-2009 AG. Reglamento para clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor; asimismo en la etapa de campo se abrieron 14 calicatas de las cuales 05 fueron elegidas como perfiles modales; los análisis de caracterización y boro soluble de los suelos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Agraria la Molina.

La etapa final concluye interpretando las características, físico-químicas de los suelos con la finalidad de realizar la clasificación según su origen usando las claves para la taxonomía de suelos edición 2006; en esta

clasificación natural se determinó cuatro categorías: Orden Entisols, Suborden Fluvents, gran grupo Ustifluvents y Subgrupo Typic Ustifluvents.

Las unidades cartográficas descritas corresponden a las consociaciones: Santa Rosa (SR) con 3,81 ha, Pozas (Pz) con 7,52 ha, Huerto Madre (HM) con 2,08 ha y un complejo Cabernet – Cascajal (Cb-Cj) con 3,13 ha,

En la clasificación técnica se determinaron la unidad de suelo A2s Tierras aptas para Cultivos en Limpio con calidad agrologica media y limitaciones por suelo, abarca un área de 13,41 ha, que corresponde a las unidades: Huerto Madre, Pozas y Santa Rosa, en tanto que la unidad de suelo C2s Tierras aptas para Cultivos Permanentes con calidad agrologica media y limitaciones por suelos que abarca un área de 3,13 ha, conformada por la unidad de suelo Cabernet – Cascajal.

El diagnóstico para determinar las características químicas fue realizada en base a los resultados obtenidos del laboratorio de suelos, tales como el nivel de fertilidad, salinidad, pH y boro soluble, cada uno de estos parámetros fueron analizados y representados en cada unidad de suelo con su área de influencia respectivamente.

Por la naturaleza del presente estudio este va acompañado con sus mapas respectivos a escala 1:2000.

INTRODUCCIÓN

El estudio agrológico de la unidad Agraria “La Agronómica” es un trabajo de investigación descriptivo que puede servir de línea base y herramienta a los calendarios de producción que maneja la unidad agraria, también para información académica de estudiantes de pregrado y posgrado, por ende es necesario conocer el recurso suelo a un nivel agrológico que permita proyectarnos sobre el uso de estos recursos para los fines ya expuestos.

Según la Memoria de Gestión del 2010, en el acápite de problemática de gestión, se aprecia que una de las problemáticas para el desarrollo de la unidad agraria “La Agronómica” es la falta de estudios del recurso suelo que detalle el potencial del suelo de esta unidad. (INPREX, 2010).

El estudio agrológico se sustenta bajo el DS. 13-2010-AG que norma los procedimientos para el levantamiento de información de los suelos con fines de estudio en agricultura. Amparados también en el DS. 17-2009-AG que reglamenta el procedimiento para la Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor, por constituir el manejo del suelo un aspecto muy importante en la producción. Para ello mediante el presente estudio los objetivos planteados fueron:

Objetivo general

Realizar un estudio agrológico semidetallado de la unidad agraria “La Agronómica”.

Objetivos específicos

Clasificar los suelos de la unidad agraria “La Agronómica” de la FCAG/UNJBG, según su origen y con el sistema de claves taxonómicas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, según normas peruanas.

Clasificar las tierras de la unidad agraria “La Agronómica” de la FCAG/UNJBG por su Capacidad de Uso Mayor, según normas peruanas.

Realizar un diagnóstico para determinar las características químicas y los niveles de boro en los suelos de la unidad agraria “La Agronómica”.

I. REVISION BIBLIOGRÁFICA

1.1 GENERALIDADES SOBRE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS

HISTORIA DE LA CIENCIA DEL SUELO

Dokuchaev (1846-1903), publicó en 1886 y por primera vez las bases teóricas del estudio sobre la clasificación científica de los suelos. Así como desarrolló métodos de mapeo en campo y de cartografía en laboratorio. (Boul, et al, 1983).

En el Perú, los primeros estudios agrológicos se efectuaron a mediados de 1920, lográndose posteriormente entre 1945 y 1947 iniciar los primeros trabajos de mapeo y clasificación de suelos para cuyo efecto se adopta los lineamientos del manual de levantamientos de suelos del departamento de agricultura de los Estados Unidos y en 1960 se publica el mapa de suelos del Perú, en su primera aproximación y dos años más tarde la Universidad Nacional Agraria (UNA) hace pública la segunda aproximación. (Zavaleta, 1992).

El hombre siempre ha tenido la tendencia natural de escoger y clasificar los elementos que la naturaleza ha puesto a su alcance, el suelo, recurso natural, que formó parte de la productividad de muchas civilizaciones a través de la historia. (Chipana, 1996).

SUELO

El suelo se refiere a la porción superficial de la corteza terrestre que ha sido alterada "*in situ*" en capas de difieren una de la otra y de los materiales más profundos no alterados o roca sólida. (Zavaleta, 1992).

El término suelo se usa con diversos significados por los agrónomos. En un concepto se considera al suelo como cuerpo tridimensional con forma, superficie y profundidad. (Soil survey, 1993).

El suelo es una entidad que evoluciona, conservada en un flujo de materiales geológicos, biológicos, hidrológicos y meteorológicos. Los cuerpos de suelos individuales y sus correspondientes horizontes individuales juegan papeles diferentes debido a la distribución desigual de materiales. (Boul, et al, 1983).

Es la colección de cuerpos naturales sobre la superficie terrestre, en lugares naturales, modificados o aun hechos por el hombre, a partir de materiales de la tierra, conteniendo organismos vivos y que soportan o son capaces de soportar plantas. Su límite superior es el aire o agua superficial. Sus márgenes gradan a aguas profundas o áreas estériles de roca o hielo. Su límite inferior al no suelo es quizás el más dificultoso de definir. El suelo incluye horizontes, cerca de la superficie, que difieren del

material rocoso subyacente pues son productos de interacciones de diferentes factores que intervienen en su formación, a través del tiempo, del clima, organismos vivos, materiales parentales y relieve. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

MATERIAL ORIGINAL (LITOLOGÍA)

Los minerales son compuestos químicos de origen natural y composición homogénea, con una estructura interna definida. Esta estructura interna es determinada por la constitución química, pues depende de la cantidad y tamaño de los iones que componen la celda elemental que se repite dentro del volumen que ocupa el mineral. (Bossi, 2011).

En agronomía los únicos minerales que interesan son aquellos que existen en abundancia en la corteza terrestre. Se denomina primarios a los formados en condiciones de temperatura y presión más altas que las superficiales (20°C y 1 atm). La corteza contiene todos los elementos químicos conocidos, pero con muy diferente importancia relativa: 98% de ocho elementos mayores, 1% de cuatro elementos menores y 1% de los oligoelementos. (Bossi, 2011).

La naturaleza litológica del sustrato original condiciona las propiedades químicas (acidez, riqueza en nutrientes, etc) y físicas del

suelo (permeabilidad, consistencia, textura, etc). La influencia del material original se pone de manifiesto en propiedades como el color, la textura, la estructura, la acidez y otras propiedades del suelo. Las rocas que contengan abundantes minerales inestables evolucionan fácil y rápidamente para formar suelos, mientras que aquellas otras, como las arenas maduras que solo contienen minerales muy estables. (Jordán, 2005).

PEDÓN

Es un cuerpo de suelos tridimensional con dimensiones laterales suficientemente grandes para permitir el estudio de las formas y relaciones de los horizontes. Su área varía de 1 a 10 m³ y es la unidad de suelo más pequeña que puede ser clasificada. El pedón consiste de materiales de la corteza superficial (suelo) que han sido modificados por el clima, organismos vivos y relieve. Este sirve también como una unidad estándar para las descripciones de suelos y para la obtención de muestras para el laboratorio. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

DRENAJE

Se entiende por drenaje a la evacuación de los excesos de agua del suelo, el que sí se descarga por escurrimiento superficial es

denominado drenaje superficial y el escurrimiento interno o a través del suelo es llamado drenaje interno; este último favorece el lavado de las sales del suelo siempre y cuando los drenes se encuentren limpios y bien conservados, o el drenaje natural del terreno lo permita. (Estudio Agrológico Detallado del valle de Tacna y Pampas de la Yarada, 1972).

1.1.1 Características físicas del suelo

MORFOLOGÍA DEL SUELO

La morfología del suelo ha sido estudiada, en gran parte bajo condiciones de campo, se evalúa la morfología del suelo, examinando el perfil del suelo in situ. (Boul, et al, 1983).

PERFIL DEL SUELO

La edafización actúa desde la superficie y va perdiendo su intensidad conforme profundizamos en el perfil del suelo, el material se altera de un modo diferencial y como resultado de la actuación de estos procesos de meteorización y translocación se pasa de un material homogéneo o uniforme como es la roca, a un material heterogéneo estratificado en capas con diferentes propiedades como es el suelo. (Jordán, 2005).

Los suelos son producto de la evolución, consecuencia de muchos procesos que actúan juntos y cuyos resultados se observan en el

desarrollo de un perfil que manifiesta el desarrollo genético de horizontes. Los procesos de desarrollo de un perfil son el efecto combinado de adiciones al suelo desde la atmósfera: pérdidas desde el suelo a la atmósfera, o fuera del solum y translocaciones o transformaciones dentro del suelo. (Zavaleta, 1992).

HORIZONTE A

Horizontes minerales que han sido formados en la superficie o debajo de un horizonte O, que exhiben la eliminación de toda o gran parte de la estructura original de la roca y muestran una o ambas de las siguientes (1) una acumulación de materia orgánica humificada íntimamente mezclado con la fracción mineral y no dominados por propiedades características de los horizontes E o B o (2) propiedades resultantes de su cultivo, de pastoreo o por tipos de disturbios similares. (Claves para la Taxonomía de suelos, 2006).

HORIZONTE C

Horizontes o capas, excluyendo a la roca dura, que están poco afectados por procesos pedogenéticos y carecen de las propiedades de los horizontes O, A, E, o B. la mayoría son capas minerales. El material de las capas C pueden ser o no común al material que presumiblemente ha dado origen al solum. Un horizonte C puede haber sido modificado,

aunque no exista evidencia de pedogenesis. (Claves para la Taxonomía de suelos, 2006).

COLOR DEL SUELO

El color del suelo es probablemente el aspecto más obvio del suelo y es fácilmente observado por los legos de la materia. Un observador experimentado en una zona dada puede relacionar a menudo el color del suelo con propiedades químicas, físicas y biológicas, específicas de los suelos en esa región. (Boul, et al, 1983).

El color del suelo es una propiedad física que permite inferir características importantes del suelo, como su composición mineralógica, su edad o los procesos edáficos que tienen lugar, como la rubefacción, la acumulación de carbonatos, la presencia de materia orgánica humificada, etc. Del mismo modo permite diferenciar entre distintos tipos de horizontes de un mismo perfil o entre perfiles de distintos suelos. (Jordán, 2005).

TEXTURA

La textura hace referencia a la composición granulométrica de la fracción inorgánica del suelo, el conocimiento de la composición granulométrica del suelo es importante para cualquier estudio, ya sea desde el punto de vista genético o aplicado. (Jordán, 2005)

La textura del suelo se define como la proporción relativa de los diferentes suelos separados en un material del suelo. (Boul, et al, 1983).

ESTRUCTURA

Para Porta, la estructura es una propiedad típicamente edáfica, que de presentarse, permite diferenciar un suelo de un material geológico. Su importancia hace que sea una propiedad morfológica de referencia en los estudios del suelo en campo. (Jordán, 2005).

El hecho de que las partículas de suelo no formen una masa continua y compacta, sino que se asocian de manera que conforman un espacio de poros intercomunicados que hace posible el desarrollo de la vida en el suelo. (Jordán, 2005).

Este espacio hueco, formado por poros, canales y fisuras es el que permite el movimiento de gases y líquido en el suelo, ofreciendo un entorno favorable a la actividad de los microorganismos y facilitando el crecimiento radicular de las plantas. (Jordán, 2005).

CONSISTENCIA

La consistencia del suelo puede definirse como la resistencia que este opone a la deformación o ruptura. La consistencia depende de las fuerzas de cohesión que tienen lugar entre las partículas del suelo, está

relacionado con la estructura, la textura, la humedad o la cantidad y la naturaleza de los coloides del suelo (arcilla y materia orgánica). La consistencia expresa el estado físico de un suelo según su contenido en humedad. (Jordán, 2005).

El concepto de consistencia se refiere a la relación en que se encuentran las fuerzas de cohesión (atracción entre partículas o moléculas de la misma sustancia) y adhesión (atracción entre sustancias o partículas heterogéneas) que exhibe un suelo, y/o la resistencia que el ofrece a la deformación o ruptura cuando se le aplica una fuerza. Se evalúa en terreno. (Casanova, 2004)

LÍMITES Y CONTINUIDAD DEL HORIZONTE DENTRO DEL PEDON

Se consideran necesarias dos condiciones que son la anchura o el espesor del límite a lo largo del eje (vertical) z y la topografía de la superficie del límite en el plano x-y. (Boul, et al, 1983).

MICRORELIEVE

Son diferentes grados de ondulación del terreno o por la presencia de irregularidades superficiales provocadas por la erosión hídrica, erosión eólica, etc., las que implican según su magnitud, trabajos especiales de nivelación más o menos fuerte, elevando de esta manera los costos de

producción y desarrollo de las tierras. (Estudio Agrológico Detallado del valle de Tacna y Pampas de la Yarada, 1972).

PENDIENTE

Se refiere al grado de inclinación de los suelos, considerando su susceptibilidad a la erosión, así como su influencia en la distribución de las aguas para el riego, drenes y trazos de canales, los cultivos a implantarse, etc. (Estudio Agrológico Detallado del valle de Tacna y Pampas de la Yarada, 1972)

PROFUNDIDAD EFECTIVA

Es el espesor de las capas del suelo en donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente en busca de agua y nutrientes. Su límite inferior está dado por capas de arcillas muy densas, materiales consolidados por la acción química (Hardpanes de diferente naturaleza), materiales fragmentarios (grava, piedras o rocas) o napa freática permanente, que actúa como limitantes al desarrollo normal de las plantas. (Reglamento para la clasificación de tierras CUM, 2009).

1.1.2 Características químicas

pH DEL SUELO

El pH de una solución acuosa es el logaritmo negativo de la actividad del ion hidrógeno. Su valor puede determinarse con el

potenciómetro usando diversos electrodos o colorimétricamente mediante indicadores que cambian de color con la actividad del ion hidrógeno. (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, 1993).

La determinación de los valores de pH es probablemente la medición química más importante que puede hacerse en suelos. La información acerca de la reacción del suelo es necesaria para determinar los requerimientos de cal y la respuesta a los fertilizantes, además los valores de pH hacen posible deducir muchos de los procesos químicos que han tenido lugar en la génesis del suelo. (Boul, et al, 1983).

SALINIDAD DEL SUELO

Se refiere a los diferentes grados de concentración de sales solubles medidas en perfil del suelo, generalmente de las capas superficiales y en una u otra forma su presencia puede afectar al normal crecimiento de las plantas. Las sales más comunes son sulfatos y cloruros de sodio y calcio, aunque en algunos lugares existen nitratos, así como sales de baja solubilidad tales como carbonatos de calcio y magnesio. (Estudio Agrológico Detallado del valle de Tacna y Pampas de la Yarada, 1972)

Los suelos salinos se encuentran principalmente en zonas de clima árido o semiárido. En condiciones húmedas, las sales solubles

originalmente presentes en los materiales del suelo y las formadas por la intemperización de minerales, generalmente son llevadas a capas inferiores, hacia el agua subterránea y finalmente transportada a los océanos. Por lo tanto los suelos salinos de hecho no existen en las regiones húmedas, excepto cuando el suelo a estado expuesto al agua del mar. (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, 1993).

MATERIA ORGÁNICA

Los principales componentes de la materia orgánica del suelo, de interés en las actividades generales de clasificación y formación de suelos son el carbono y el nitrógeno. El contenido total de materia orgánica se mide comúnmente en forma indirecta, en estudios de clasificación y descripción porcentaje de suelos, determinando el porcentaje de carbono orgánico y calculando el porcentaje de materia orgánica mediante el uso de un factor. 1,724. (Boul, et al, 1983).

El papel relevante de la materia orgánica se pone de manifiesto desde las etapas iniciales de la formación del suelo. La formación del suelo comienza cuando la vida vegetal y animal se instala en los primeros restos de descomposición del material original. (Jordán, 2005).

LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

La capacidad de un suelo para absorber y retener cationes para intercambiar especies de esos iones en reacciones químicas reversibles es una cualidad importante, tanto para estudios de nutrición – fertilidad de suelos, como para génesis de los mismos. Por tal motivo este tipo de datos se utiliza ampliamente en clasificación de suelos. (Boul, et al, 1983).

La cantidad total de cationes intercambiables que un suelo puede retener se denomina “capacidad de intercambio catiónico” y se expresa en miliequivalentes por 100 gramos de suelo. Las determinaciones de las cantidades y proporciones de los diversos cationes intercambiables que se encuentra en el suelo, son de gran importancia, ya que los cationes intercambiables influyen en forma determinante en sus propiedades físicas y químicas. (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, 1993).

FERTILIDAD DE SUELOS

Se entiende por fertilidad a la capacidad que el suelo presenta para que las plantas que se cultivan puedan desarrollarse y producir cosechas compensadoras que en cuanto se presentan los factores ambientales favorables. Esta capacidad del suelo está determinada básicamente por sus propiedades físicas, químicas, biológicas y las técnicas culturales

utilizadas; se pueden considerar dos tipos de fertilidad: fertilidad actual, fertilidad potencial. (Gálvez, 2006).

Fertilidad actual; es la aptitud para producir dentro de las condiciones actuales de cultivo y se mide por el rendimiento obtenido sin aplicación de enmiendas de ningún tipo. (Gálvez, 2006).

Fertilidad potencial; es la aptitud para producir dentro de las condiciones óptimas de nutrición como consecuencia de la acción del hombre, sobre los factores modificables de la fertilidad y se mide por el rendimiento máximo. El término fertilidad potencial está en función de las técnicas disponibles para modificar los factores limitantes y una de ellos es la fertilización que consiste en dotar de nutrientes a la plantas. Actualmente en la agricultura moderna no se concibe una adecuada explotación sin una adecuada fertilización, considerándose como el factor más importante de la explotación agrícola después del agua. (Gálvez, 2006).

La fertilidad está relacionado al contenido de macronutrientes: materia orgánica (nitrógeno), fósforo y potasio de la capa superficial del suelo, hasta 30 cm de espesor. Su valor alto, medio o bajo se determina aplicándose la ley del mínimo, ello quiere decir que es definida por el

parámetro que presenta el menor valor. (Reglamento para la Clasificación de Tierras CUM, 2009).

Fertilidad alta, todos los contenidos de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y/o potasio son altos. (Reglamento para la Clasificación de Tierras CUM, 2009).

Fertilidad media, cuando algunos de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es medio los demás son altos. (Reglamento para la Clasificación de Tierras CUM, 2009).

Fertilidad baja, cuando por lo menos uno de los contenidos de materia orgánica, fósforo y/o potasio es bajo. (Reglamento para la clasificación de tierras CUM, 2009).

BORO EN EL SUELO

El boro esta universalmente distribuido en los suelos (Eaton y Wilcox, 1939). Forma parte de la corteza terrestre en un 0,001% (Mir 1982), no encontrándose libre sino combinado con el oxígeno formando distintos minerales, principalmente hidróxidos y silicatos, de los que el grupo de la turmalina es el más frecuente en suelos (Kabata-Pendias, 1984).

En general las rocas sedimentarias contienen más boro que las rocas ígneas (Whitestone et al., 1942; Vinogradov, 1959; Bingham et al; 1970; Liu Zheng et al; 1981; Kabata-Pendias Y Pendias, 1984; Merrien, 1984); en estas últimas, el contenido de boro aumenta cuando mayor es la acidez (Kabata-Pendias y Pendias, 1984).

El boro de las rocas no es muy accesible para las plantas ya que la liberación de este elemento a partir de los minerales es muy lenta, y la mayoría del boro disponible para los vegetales proviene de la descomposición de la materia orgánica del suelo (Merrian, 1984) y del boro adsorbido y precipitado en las superficies de las partículas del suelo (Bingham et al; 1973; Russell, 1973; Bowen, 1977).

Según Aguilar-Ros y Aguilar (1977), Evans y Sparks (1983), Y Zorita Viota (1988), las propiedades del suelo que pueden influir en la disponibilidad de boro para las plantas son: pH, textura, materia orgánica y óxidos de Fe y Al. Otros autores incluyen también Ca intercambiable. (Eck y Cambell, 1962; Tanaka, 1967; Fox 1968; El Kholi et al., 1970; Beauchamp y Hussain, 1974; Aguilar-Ros y Aguilar, 1977; Pinyero, et al., 1984) y CaCO_3 (Bruque et al, 1981; Zorita Viota, 1988; Kaplan et al., 1990).

Los altos niveles de boro en el suelo pueden reducirse mediante prácticas de lavado, aun cuando durante este proceso el boro no pueda ser eliminado en la misma proporción que otras sales. Si la concentración de este elemento es muy alta desde el principio, puede ser necesario el lavado de una capa profunda para reducir el contenido de boro. (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, 1993).

Es probable que concentraciones de boro menores de 0,7 ppm no afecten mucho a las plantas sensibles, el límite marginal del boro es de 0,7 a 1,5 ppm y más de 1,5 ppm el boro es un problema. Las plantas con mayor tolerancia pueden soportar concentraciones más altas. (Laboratorio de Salinidad de los Estados Unidos, 1993).

Los análisis de suelo y agua pueden ayudar a determinar un riesgo potencial en boro, debe tomarse muestras de suelo de hasta metro y medio de profundidad ya que los niveles de boro son generalmente mayores en el subsuelo. (Peacock, 1996).

Los suelos afectados por Boro pero con buen drenaje pueden recuperarse mediante el lavado con amplias cantidades de agua de baja concentración de este elemento y aun así este proceso es lento. (Navarro y Parra, 2008).

La referencia que tranquiliza es la de (Fernández – Escobar, 2008), que indica que la disponibilidad del boro disminuye en condiciones de sequía y conforme aumenta el pH del suelo, particularmente en suelos calizos.

1.1.3 Otras características

PRESENTACIÓN DE MAPAS DE SUELOS

Los estudios de suelos que se realizan con fines de planificación agrícola, el mapeo se realiza sobre aerofotografías. En los primeros estudios realizados en el valle del Mantaro en 1958 se usó por primera vez en el Perú, fotografías aéreas a escala 1:20 000, aquí las elevaciones y las depresiones son muy claramente definidas y visibles. (Zavaleta, 1992).

Los estudios de suelos comprenden la identificación, conocimiento, distribución espacial y colección de información, mientras que la organización e interpretación corresponde al dominio de la clasificación. (Zavaleta, 1992).

UNIDADES CARTOGRÁFICAS

Un conjunto de delineaciones de suelos nominados de igual forma constituyen una unidad cartográfica (U.C.) o unidad de mapeo. La U.C. es “una colección de áreas definidas y nominadas igualmente en términos de

los componentes de suelos y/o áreas misceláneas”. Cada unidad cartográfica difiere en algo de todas las demás dentro del área de estudio y es identificada como única en el mapa. (Soil Survey Staff, 1993).

UTILIZACIÓN DEL SUELO POR LAS PLANTAS

El crecimiento de las plantas terrestres depende del suelo, el agua y los elementos nutritivos; obteniéndose este último a través de sus raíces en forma de cationes y aniones tanto del horizonte superficial y el subsuelo, pero pueden ser afectados por los factores limitantes como pendiente, pedregosidad, erosión e inundación. (Porta, 1996).

Los suelos tienen una distribución natural en el paisaje la cual está determinada por la geomorfología y la forma e intensidad con que han actuado los factores de formación de suelos, estos últimos han definido procesos de formación, cuyos efectos finales se aprecian a través de las propiedades que exhiben los suelos. (Martínez, 2004).

1.2 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SU ORIGEN

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Cuando se diseña un sistema de clasificación, los diferentes suelos son agrupados de acuerdo a criterios de diagnóstico en categorías, el concepto central de los cuales están definidos por características diferenciadas. (Zavaleta, 1992).

Se han seleccionado las clasificaciones de suelos que ilustran distintos conceptos y métodos para abordar el tema haciendo hincapié en el sistema completo de clasificación de suelos de Estados Unidos, se ha trabajado ampliamente con este sistema porque se ha utilizado y se sigue empleando para clasificar porciones muy importantes de la tierra. (Boul, et al, 1983).

En un área de estudio, los sistemas de clasificación forman una base para la leyenda del mapeo, aunque una leyenda del mapa puede también incluir varias características de no diagnóstico y son de importancia práctica tales, como la fase de pedregosidad, pendiente y erosión. (Zavaleta, 1992).

En la actualidad se utiliza en Estados Unidos un sistema de clasificación completamente nuevo en su diseño y su nomenclatura, por encima del nivel de categorías de las series de suelos, una de las principales diferencias entre este sistema y otros se encuentra en la definición de los taxones. Las características de diferenciación escogidas son propiedades de los suelos mismos que incluyen la temperatura y la humedad; la génesis no se utiliza excepto como guía para determinar la pertinencia y sopesar las propiedades de los suelos. Las definiciones son

precisas y cuantitativas en lugar de comparativas y se escriben en términos “operacionales” (Boul, et al, 1983).

CLASIFICACIÓN NATURAL (SOIL TAXONOMY)

El sistema contiene seis categorías, desde el nivel más alto al más bajo de generalización son: el orden, el suborden, el gran grupo, el subgrupo, la familia y la serie. (Boul, et al, 1983).

Los epipedones son simplemente los horizontes más superficiales del suelo, el epipedion no es sinónimo del horizonte A y puede ser más delgado que el horizonte A o puede incluir alguna parte del horizonte B. (Boul, et al, 1983).

Además de los horizontes de diagnóstico principales se han reconocido y denominado otras capas u horizontes y macro características. En el nuevo sistema de clasificación, estas características se utilizan generalmente como criterios de diagnóstico a un nivel algo más bajo que los horizontes de diagnóstico subsuperficiales y de los epipedones. (Boul, et al, 1983).

DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y TAXONÓMICAS

Unidades edáficas y taxonómicas:

Es un grupo taxonómico en un sistema formal de nomenclaturas, se refiere a cualquier categoría de la taxonomía de suelos. Una categoría está conformada por un conjunto de suelos que son definidos dentro del mismo nivel de generalización o abstracción. La taxonomía de suelos (Soil Taxonomy) ha establecido seis categorías, de las cuales en el presente estudio solo se llegará a un análisis de cuatro niveles taxonómicos. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Orden

Categoría que agrupa suelos diferenciados por la presencia o ausencia de horizontes diagnósticos, o por características que expresen las diferencias en el grado y clase de los procesos de formación. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Suborden

Categoría que agrupa suelos según su homogeneidad genérica. Se establece mediante la subdivisión de órdenes, en base a la presencia o ausencia de características asociadas con humedad, regímenes de humedad, regímenes de temperatura, material parental y, efectos de la

vegetación en Histosoles. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Gran Grupo

Categoría que agrupa suelos que tienen en común las siguientes propiedades: (1) Estrecha similitud en la clase, arreglo y grado de expresión de sus horizontes. (2) Estrecha similitud en los regímenes de humedad y temperatura. (3) Presencia o ausencia de capas de diagnóstico (fragipán, duripán, plintita, etc.). y (4) Similitud en el nivel de saturación de bases. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Subgrupo

Categoría que agrupa suelos que tienen propiedades, que aunque aparentemente subordinadas, aún son rasgos de procesos importantes de desarrollo edáfico. Existen tres clases de subgrupos: (1) El “concepto central” que tipifica el gran grupo. (2) Los integrados o transiciones a otros órdenes, sub-órdenes y grandes grupos. Y (3) Los extragrados que tienen algunas propiedades no representativas del gran grupo y que no indican transición o alguna clase conocida de suelos. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Unidad cartográfica (unidad de mapa)

Es el área delimitada y representada por un símbolo en el mapa de suelos; está definida y nominada en función de su o sus componentes dominantes, las cuales pueden ser suelos, o áreas misceláneas o ambos. Asimismo, contiene inclusiones de otros suelos o áreas misceláneas, con las que tienen estrecha vinculación geográfica. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Clases de unidades cartográficas

Las unidades de mapeo dominadas por una clase simple de suelos o áreas misceláneas, son consociaciones. Las unidades dominadas por dos o más clases o áreas misceláneas son complejos, asociaciones, o grupos indiferenciados, dependiendo de la regularidad de los patrones y del tamaño y contraste de los componentes individuales. Todas las unidades de mapeo generalmente contienen inclusiones de suelos o áreas misceláneas que no están identificadas en el nombre. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

a) Consociación

Es una unidad cartográfica que tiene un solo componente en forma dominante, el cual puede ser suelo o área miscelánea. La cantidad total de inclusiones disimilares, en cualquier delineación, generalmente no excede del 15%. El suelo en una consociación puede ser identificado con

cualquier categoría taxonómica. En una consociación en que predominan áreas misceláneas, las inclusiones, si son de suelos, no deben ser mayores de 15% y si son de otras clases de áreas misceláneas, no deben ser mayores de 25%. Las consociaciones son nominadas por el nombre del suelo o área miscelánea que domina la unidad de mapa, anteponiendo la palabra “Consociación”. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

b) Complejo

Es una unidad de mapeo que contiene dos o más suelos disimilares o áreas misceláneas, que se encuentran en patrones geográficos intrincados y cuyos componentes principales no pueden ser mapeados separadamente. La cantidad total de inclusiones disimilares a cualquiera de sus componentes principales no excede del 15% en cualquier delineación. El nombre de estas unidades se forma anteponiendo la palabra “Complejo” a los nombres de los taxas que la forman predominantemente, unida por guiones; los taxas son usualmente serie de suelos y puede consistir de más de una fase de las series o de una serie y su variante. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

Fases del suelo

Son grupos funcionales creados para servir a propósitos específicos en el mapeo de suelos. Estas pueden ser definidas para cualquier categoría taxonómica. Las diferencias en las características del suelo o medio ambientales que son significativas para el uso, manejo y comportamiento del suelo son las bases para designar fases. Tales como: profundidad efectiva, pendiente, pedregosidad superficial, drenaje, clima, etc. (Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos, 2010).

1.3 UNIDADES INTERPRETATIVAS: CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

Publicado en el DECRETO SUPREMO N^o 017-2009-AG, del diario oficial El Peruano con fecha 2 de Setiembre del 2009, cuya parte central se detalla en seguida:

Artículo 9.- Categorías del Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor está conformado por tres (03) categorías de uso: Grupo de Capacidad de Uso Mayor, Clase de Capacidad de Uso Mayor, Subclase de Capacidad de Uso Mayor.

9.1 Grupo de capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Esta categoría representa la más alta abstracción del Sistema, agrupa a las tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso, es decir, a tierras que presentan características y cualidades similares en cuanto a su aptitud natural para la producción sostenible, de cultivos en limpio, cultivos permanentes, pastos, producción forestal, las que no reúnen estas condiciones son consideradas tierras de protección. El grupo de capacidad de uso mayor es determinado mediante el uso de las claves de las zonas de vida. Los cinco (05) grupos de CUM establecido por el presente reglamento, son:

(a) Tierras aptas para cultivo en limpio (Símbolo A)

Reúne a las tierras que presentan características climáticas, de relieve y edáficas para la producción de cultivos en limpio que demandan remociones o araduras periódicas y continuadas del suelo. Estas tierras, debido a sus características ecológicas, también pueden destinarse a otras alternativas de uso, ya sea cultivos permanentes, pastos, producción forestal y protección, en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

(b) Tierras aptas para cultivos permanentes (Símbolo C)

Reúne a las tierras cuyas características climáticas, relieve y edáficas no son favorables para la producción de cultivos que requieren la

remoción periódica y continuada del suelo (cultivos en limpio), pero permiten la producción de cultivos permanentes, ya sean arbustivos o arbóreos (frutales principalmente). Estas tierras, también pueden destinarse, a otras alternativas de uso ya sea producción de pastos, producción forestal, protección en concordancia a las políticas e interés social del Estado, y privado, sin contravenir los principios del uso sostenible.

9.2 Clase de capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Es el segundo nivel categórico del presente Sistema de Clasificación de Tierras. Reúne a unidades de suelos tierra según su **Calidad Agrológica** dentro de cada **grupo**. Un grupo de Capacidad de Uso Mayor (CUM) reúne numerosas clases de suelos que presentan una misma aptitud o vocación de uso general, pero, que no tienen una misma calidad agrológica ni las mismas limitaciones, por consiguiente, requiere de prácticas de manejo específicas de diferente grado de intensidad.

La calidad agrológica viene a ser la síntesis de las propiedades de fertilidad, condiciones físicas, relaciones suelo-agua, las características de relieve y climáticas, dominantes y representa el resumen de la potencialidad del suelo para producir plantas específicas o secuencias de ellas bajo un definido conjunto de prácticas de manejo.

De esta forma, se han establecido tres (03) clases de calidad agrológica: alta, media y baja. La clase de **Calidad Alta** comprende las tierras de mayor potencialidad y que requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos de menor intensidad, la clase de **Calidad Baja** reúne a las tierras de menor potencialidad dentro de cada grupo de uso, exigiendo mayores y más intensas prácticas de manejo y conservación de suelos para la obtención de una producción económica y continuada. La clase de **Calidad Media** corresponde a las tierras con algunas limitaciones y que exigen prácticas moderadas de manejo y conservación de suelos. A continuación, se define las clases de capacidad de Uso Mayor establecidas para cada uno de los Grupos de CUM.

a) Clases de tierras aptas para cultivos en limpio (Símbolo A)

Se establece las siguientes clases: **A1, A2 y A3**. La Calidad Agrológica disminuye progresivamente de la Clase A1 a la A3, y ocurre lo inverso con las limitaciones, incrementándose éstas de la A1 a la A3.

a.1 Calidad agrológica alta (Símbolo A1)

Agrupar a las tierras de la más alta calidad, con ninguna o muy ligeras limitaciones que restrinjan su uso intensivo y continuado, las que por sus excelentes características y cualidades climáticas, de relieve o edáficas, permiten un amplio cuadro de cultivos, requiriendo de prácticas

sencillas de manejo y conservación de suelos para mantener su productividad sostenible y evitar su deterioro.

a.2 Calidad agrológica media (Símbolo A2)

Agrupación a tierras de moderada calidad para la producción de cultivos en limpio con moderadas limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen un tanto el cuadro de cultivos así como la capacidad productiva. Requieren de prácticas moderadas de manejo y de conservación de suelos, a fin de evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

a.3 Calidad agrológica baja (Símbolo A3)

Agrupación a tierras de baja calidad, con fuertes limitaciones de orden climático, edáfico o de relieve, que reducen significativamente el cuadro de cultivos y la capacidad productiva. Requieren de prácticas más intensas y a veces especiales, de manejo y conservación de suelos para evitar su deterioro y mantener una productividad sostenible.

b) Clases de tierras aptas para cultivos permanentes (Símbolo C)

Se establece las siguientes clases: **C1, C2 y C3**. La calidad agrológica del suelo disminuye progresivamente de la clase C1 a la C3.

b.1 Calidad agrológica alta (Símbolo C1)

Agrupación a tierras con la más alta calidad de suelo de este grupo, con ligeras limitaciones para la fijación de un amplio cuadro de cultivos permanentes, frutales principalmente. Requieren de prácticas de manejo y conservación de suelos poco intensivas para evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

b.2 Calidad agrológica media (Símbolo C2)

Agrupación tierras de calidad media, con limitaciones más intensas que la clase anterior de orden climático, edáfico o de relieve que restringen el cuadro de cultivos permanentes. Las condiciones edáficas de estas tierras requieren de prácticas moderadas de conservación y mejoramiento a fin de evitar el deterioro de los suelos y mantener una producción sostenible.

b.3 Calidad agrológica baja (Símbolo C3)

Agrupación tierras de baja calidad, con limitaciones fuertes o severas de orden climático, edáfico o de relieve para la fijación de cultivos permanentes y, por tanto, requieren de la aplicación de prácticas intensas de manejo y de conservación de suelos a fin de evitar el deterioro de este recurso y mantener una producción sostenible.

9.3 Subclase de capacidad de Uso Mayor de las Tierras

Constituye la tercera categoría del presente Sistema de Clasificación de Tierras, establecida en función a factores limitantes, riesgos y condiciones especiales que restringen o definen el uso de las tierras. La subclase de capacidad de uso, agrupa tierras de acuerdo al **tipo de limitación** o problema de uso. Lo importante en este nivel categórico es puntualizar la deficiencia o condiciones más relevantes como causal de la limitación del uso de las tierras.

En el sistema elaborado han sido reconocidos **seis tipos** de limitación fundamentales que caracterizan a las subclases de capacidad:

- * Limitación por suelo, (Símbolo “s”).
- * Limitación de sales, (Símbolo “l”).
- * Limitación por topografía-riesgo de erosión, (Símbolo “e”).
- * Limitación por drenaje, (Símbolo “w”).
- * Limitación por riesgo de inundación, (Símbolo “i”).
- * Limitación por clima, (Símbolo “c”).

En el sistema también se reconocen tres condiciones especiales que caracterizan la subclase de capacidad:

- * Uso Temporal, (Símbolo “t”).
- * Terraceo o andenería, (Símbolo “a”).
- * Riego permanente o suplementario, (Símbolo “r”).

Limitaciones:**a. Limitación por suelo (Símbolo “s”)**

El factor suelo representa uno de los componentes fundamentales en el juzgamiento y calificación de las tierras; de ahí, la gran importancia de los estudios de suelos, en ellos se identifica, describe, separa y clasifican los cuerpos edáficos de acuerdo a sus características. Sobre estas agrupaciones se determinan los Grupos de Capacidad de Uso.

Las limitaciones por este factor están referidas a las características intrínsecas del perfil edáfico de la unidad de suelo, tales como: profundidad efectiva, textura dominante, presencia de grava o piedras, reacción del suelo (pH), salinidad, así como las condiciones de fertilidad del suelo y de riesgo de erosión.

El suelo es uno de los componentes principales de la tierra que cumple funciones principales tanto de sostenimiento de las plantas como de fuente de nutrientes para el desarrollo de las mismas. La limitación por suelo está dada por la deficiencia de alguna de las características mencionadas, lo cual incide en el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como en su capacidad productiva.

Condiciones especiales

Riego permanente o suplementario (Símbolo “r”)

Referida a la necesidad de la aplicación de riego para el crecimiento y desarrollo del cultivo, debido a las condiciones climáticas áridas.

1.4 ANTECEDENTES

En el año de 1972, el **MINAG** publicó el “Estudio Agrológico Detallado del Valle de Tacna y Pampas de la Yarada”, el cual describe al valle de Tacna con siete series de suelos: Mochumí (MCH), Túcume (TC), Pocollay (PC), Clemencia (CL), Trujillo (TO), Pimentel (PM), y Magollo (MG) que agrupan aproximadamente 4657,4 has. de tierras de cultivo y todas ellas de origen aluvial; y aproximadamente 17407,7 ha, de tierras consideradas como misceláneas. La serie Mochumí (MCH) conformada por 1527,2 ha, distribuida principalmente en la zona céntrica del valle y asociadas a otras series similares, los suelos de esta unidad se encuentran distribuidas en forma dispersa en el valle, encontrándose desde el pueblo de Pachía hasta la zona de para, mas su mayor concentración se observó que está circunscrita en los alrededores de la ciudad de Tacna; esta unidad destaca por presentar suelos profundos, con buen drenaje, textura media, estructura que varía de bloques subangulares a granular fino y moderado, la reacción varia de ligeramente

acida a moderadamente alcalina, la concentración de sales es por lo general baja, la capacidad de intercambiar cationes es media, el contenido de materia orgánica es baja, la dotación de carbonato de calcio y yeso es por lo general baja, el boro alcanza valores cuestionables en cuanto a su influencia sobre los rendimientos de los cultivos.

La **ONERN**, el año 1974, realizó en el valle de Sama, estudios agrológicos de suelos a nivel semidetallado, aguas abajo de la bocatoma La Tranca, abarcando 4475 ha, se determinó que existen 07 series de suelos: Sama, Buena Vista, Las Yaras, Amopaya, Cuyloña, Para, Cause de Río. También se determinó la Aptitud para el riego, existe 1211 ha, de (clase 2), 1338 ha, de (clase 3), 228 ha, de (clase 5), 1579 ha, de (clase 6).

Según la **USDA** Soil Taxonomy (1975), el potencial agrícola de la región costera y sierra del país se encuentra generalmente en el orden Entisol, suborden Fluvents. Propio de aquellos suelos de valles aluviales e irrigados. Y Torrifuvents para los suelos típicos de planicies áridas costeras.

En el año 1976, La Oficina Nacional de Recursos Naturales – **ONERN**, ejecuto el “Inventario, Evaluación y Uso Racional de los Recursos Naturales de la Costa, en la cuenca de los ríos Moquegua,

Locumba, Sama y Caplina” a nivel semidetallado, y dentro de este grupo edáfico, se han identificado tres unidades importantes de suelos: Fluvisol éútrico (irrigado), Fluvisol éútrico (seco), Fluvisol éútrico (cryco). Los Fluvisol éútrico (irrigados) son suelos de relieve topográfico predominantemente plano y con perfil (A) C o C, son de morfología estratificada y formada por depósitos de origen aluvial. El horizonte (A) está débilmente desarrollado, presentando espesores y contenidos orgánicos variables. El horizonte C presenta un material de rasgos morfológicos no diferenciados, Estos suelos se distribuyen en su mayor parte dentro del área agrícola de los valles de Moquegua, Locumba, Sama y Caplina, muchas veces en forma discontinua alternando con el curso del río o áreas aluviales sin irrigación. La mayor parte de los suelos aquí incluidos corresponden a los suelos irrigados de drenaje libre y de acuerdo a la Clasificación Natural, 7ª Aproximación (EE.UU., 1967), estos suelos se incluyen dentro del Suborden Fluvent (Ustifluent).

En el año 1987, la Oficina Nacional de Recursos Naturales – **ONERN** y el Proyecto para Afianzamiento y Ampliación de los Recursos Hídricos de los Departamentos de Tacna y Moquegua –INADE, realizaron el “Estudio Detallado de Suelos de un Sector de las Lomas de Sama” en el Departamento de Tacna, cubriendo una superficie de 6,308 ha,

determinando que poseen suelos con permeabilidad rápida y que el 90,60% del área total poseen aptitud para riego óptimas.

En el año de 1989, **SIÑA Jesus**. En su tesis denominada “Reconocimiento Agrológico del CEA -1 Magollo”, concluye que el área de estudio abarca 32 ha, pertenecen al Orden Entisols, Suborden Fluvents, Gran Grupo Torrifuvents, Serie Magollo conformado por tres fases.

En el año de 1996, **CHIPANA José**. En su tesis “Estudio Agrológico del CEA III los Pichones” realizó una clasificación en unidades taxonómicas del sistema FAO conjuntamente con la mayoría de las propiedades físico-químicas del suelo. Determinándose la unidad Fluvisol eutric con un área de 9,2 ha, caracterizados por ser pobres en nitrógeno total y medianos en Fósforo, bajos a medianos en materia orgánica, ricos en potasio disponible con textura franco arenoso a arena franca y los Fluvisols dystic abarcan un área de 4,48 ha, son suelos infértiles de textura arenosa de escasa profundidad muy pedregosos no aptos para el cultivo.

En el año 2009, el Proyecto especial Tacna (**PET**) realizó el “Estudio de Actualización del Estudio de Prefactibilidad del Represamiento Yarascay 2009” en el que se describe el encuadramiento en las altas categorías de la 7ma aproximación para clasificación de suelos del

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales, la décima edición por el USDA – NRCS 2006; donde se estudió la zona de lomas de sama, que presentan suelos que tienen poco o ningún desarrollo de horizontes pedogenéticos, están formados sobre arenas y conformados por gravas o fragmentos más gruesos. Su clasificación natural es la siguiente: Orden Entisols, Suborden Fluvents, Gran Grupo Torrifluvents, Sub Grupo Xeric Torrifluvents. Dentro del área de estudios Se han identificado 3 unidades taxonómicas o series de suelo, las cuales se denomina Lomada con 211,31 ha, que representa el 12,15%, Arenal con 939,94 ha, que representa el 54,08%, del medio con 587,05 ha, que representa el 33.77%.

En el año 2009, el Ministerio de Agricultura (**MINAG**) presentó la Memoria Descriptiva “Tierras Eriazas con potencial Agropecuario Cuenca del Río Caplina” este documento se elaboró a un nivel de semidetalle, sobre una extensión de 121 390,81 ha, en el cual realizaron la clasificación natural de los suelos Soil Taxonomy. Dentro del valle de Caplina se realizó la siguiente clasificación: Orden Entisols, Sub orden Orthents, Gran grupo Torriorthents, Sub grupo Typic Torriorthents, además en el área de estudio se han identificado veintiséis unidades de suelo con sus respectivas clasificaciones cartográficas que comprenden

30 consociaciones y 4 asociaciones. De acuerdo a la clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor estas unidades de suelos se agruparon en tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrologica baja A3s(r), que comprenden un área de 1715,19 ha, representando el 1,42% y tierras aptas para cultivos permanentes con calidad agrologica baja C3sl(r), que comprenden un área de 13.637.29 ha, representando al 11,23% del área de estudio.

En el año 2010, **USCAMAYTA Raúl**. en su tesis “Clasificación de Tierras del Distrito de Locumba por Capacidad de Uso Mayor” concluye que el área de estudio abarca un área de 85 375,187 ha, correspondiente a todo el distrito de Locumba, en el análisis fisiográfico identificó: 02 gran paisajes, 4 paisajes, 4 subpaisajes y 16 unidades fisiográficas, asimismo en la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor determino al grupo **A** con 2 632,68 ha, grupo **C** con 16 983,18 ha, grupo **P** con 35 237,40 ha, grupo **X** con 30521,92 ha, luego indica que el respectivo mapa adquiere mayor confiabilidad debido al mayor número de variables analizadas. Además señala que hay deficiencias en cuanto a fertilidad de los suelos; finalmente define toda el área como zona de vida Desierto Desecado Templado Cálido (DD-TC).

Según **del Carpio Rodríguez** (2009) menciona que un claro indicio en la acumulación de boro se tiene cuando se comparan los suelos de un

campo cultivado y un eriazo. En el caso de Magollo, en promedio, los suelos cultivados tenían al año 1993, alrededor 0,4 ppm de boro versus 0,1 ppm que registra un suelo eriazo, quiere decir que en el horizonte superficial del suelo cultivado cuadruplica en boro al suelo eriazo (es posible que a la fecha esta relación sea mayor). Considerando que el boro es un elemento de fácil percolación es posible que en los estratos inferiores del suelo – por ejemplo en la capa 16-30 cm, 31-45 cm y 46-60 cm - la concentración sea mucho mayor en los suelos cultivados, tal como lo sugiere **Peacock** (1996).

Las exportaciones de boro en una hectárea de vid (por cosecha poda y otros) según **Quillón** (1968) citado por Delmas (1971) alcanza solo 100 a 200 gr/ha/año. Si triplicamos esta cantidad y asumiéramos otro tanto para exportaciones por malezas y agentes bióticos (insectos, aves y roedores) solo alcanzaríamos a 1,2 Kg/ha/año que comparados a los 3,1 Kg que ingresan a una ha/año hay un excedente de 1,9 Kg/ha/año que se supone tiene que estar en el suelo.

Según **del Carpio Rodríguez** (2009), Magollo recibe un caudal aproximado de 180 L/s, que anualmente totalizan (considerando solo 355 días) 5 520,960 m³ si la superficie de Magollo es 1 157,33 ha, el volumen de agua por ha, es 4 770 m³/ha/año. Tomando en cuenta estas cifras, las

cantidades de arsénico y boro que llegan a Magollo se dan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1: Arsénico y boro que llega a Magollo en el agua de riego

Elemento	contenido (1) mg/L	Por año Kg/ha	En 55 años (2) Kg/ha
Arsénico	0,150	0,715	39,32
Boro	0,647	3,100	170,5

1) son datos registrados en el punto de monitoreo E-23 del EIA PUCAMARCA

2) suponiendo que los datos del punto E-23 son constantes en el tiempo

Según **del Carpio Rodríguez** (2009), para tener una idea con relación al peso del suelo se tiene que: asumiendo una zona efectiva de raíces de 50 centímetros y una densidad aparente según Villachica et al (1972) de 1,5 gr/cm³ para un suelo promedio de Magollo de textura franco arenoso, el peso de una ha, de suelo es de 7 500 t, y 1 ppm sería igual a 7,5 Kg de boro/ha, que es el límite que tolera la vid el olivo puede soportar el doble de esa cantidad.

1.5 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

1.5.1 Ubicación y extensión

a) Ubicación política

Políticamente el área de estudio se ubica en:

Región : Tacna

Provincia : Tacna

Distrito : Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

Lugar : Unidad Agraria "La Agronómica"

b) Ubicación geográfica

La U. A. "La Agronómica" se encuentra localizada en el valle de Tacna e irrigada actualmente con aguas de la cuenca del Uchusuma; en la parte sur de la ciudad de Tacna en la avenida Municipal al ingreso del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa; cuya ubicación geográfica está comprendida entre las coordenadas UTM, zona 19 s.

- Punto superior 0367551 – 8006146
- Punto inferior 0366912 - 8005485

Con una altitud que va desde 521 hasta 533 msnm. y una extensión total de 19,14 ha.

1.5.2 Geología

La zona de estudio se encuentra dentro de los límites del valle de Tacna, la cual se clasifica como llanura desértica costera, derivadas de formaciones geológicas que se enmarcan en el cuaternario reciente y ocupan la mayor parte del área de estudio y que están constituidos principalmente por depósitos aluviales de formación reciente. La deposición de los materiales producto de la formación de los suelos aluviales de este valle obedece a una selección granulométrica a lo largo del recorrido del valle y de las cercanas estribaciones andinas (cordillera occidental), en función de un régimen particular de la carga hídrica lo que

da como resultado la alternancia y variedad de sedimentos que se pueden observar en un perfil, las capas de limo, arena fina y greda indican escasa descarga y aguas tranquilas, en cambio los depósitos de grava revelan gran actividad y fuerte caudal. (Estudio Agrológico Detallado del Valle de Tacna y Pampas de la Yarada, 1972).

Depósitos aluviales

Estos depósitos están constituidos por conglomerados, arenas y arcillas inconsolidados que se intercalan irregularmente. Los conglomerados consisten principalmente de gravas de forma redondeada hasta subangular de diferentes tipos de rocas volcánicas y en menor proporción de rocas intrusitas, sus dimensiones varían entre 1 y 30 cm de sección, predominado en término medio los de 10 a 20 cm. Estos depósitos constituyen el cono de deyección del río Caplina y sus tributarios y se encuentran al borde de la planicie costanera. El grosor de los depósitos aluviales varía desde pocos m, hasta más de 100 m, como se detectaron en la zona de La Yarada en la perforación de pozos para extracción de agua subterránea. (Tierras eriazas con potencial agropecuario cuenca baja del río Caplina, 2009).

1.5.3 Fisiografía

Paisaje de llanura

Esta unidad fisiográfica en el área de la cuenca, se caracteriza principalmente por su forma suave, de relieves planos a ondulados, cuyas pendientes pueden llegar a 15% en el caso de los depósitos coluvio-aluviales, donde se han depositado materiales finos y gruesos, por efecto de la gravedad y la escorrentía superficial del agua. En el caso de las llanuras estructurales, en las geoformas de talud la pendiente puede llegar hasta 75%. De acuerdo con el origen de su formación y tipo de material dominante, se ha identificado cuatro subpaisajes: Aluvial, Marino, Coluvio - Aluvial, y estructural. (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Río Caplina, 2009).

Subpaisaje aluvial

Esta unidad fisiográfica cubre una superficie aproximada de 11308,21 ha, que representa el 9,31% del área de la cuenca baja. Esta unidad fisiográfica está conformada por aquellas tierras que han sido depositadas y modeladas por acción del agua. Se caracteriza por presentar relieves planos, con pendientes de 0 a 8%, conformados principalmente por materiales finos y gruesos, y en algunos casos con presencia de fragmentos rocosos, como gravas. En este subpaisaje se han identificado las unidades de depósito aluvial con pendiente: plana o

casi a nivel (0-2%), ligeramente inclinada (2-4%) y moderadamente inclinada (4-8%). Así mismo, se han separado los depósitos aluviales que se encuentran cultivados en pendiente plana o casi a nivel (0-2%). (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Rio Caplina, 2009).

Cuadro 2: Unidades fisiográficas del área de estudio

Paisaje	Subpaisaje	Elemento del paisaje	Símbolo	Superficie	
				ha	%
Llanura	Aluvial	Depósito plano o casi a nivel	LADA	19,14	100

Fuente: Tierras Eriazas con Aptitud Agropecuaria del rio Caplina.

El subpaisaje Aluvial conforma la unidad fisiográfica cubre toda la superficie del área de estudio. Esta unidad fisiográfica está conformada por aquellas tierras que han sido depositadas y modeladas por acción del agua y se caracteriza por presentar relieves planos, con pendientes de 0 a 8%, conformados principalmente por materiales finos y gruesos, y en algunos casos con presencia de fragmentos rocosos, como gravas, en este subpaisaje se han identificado las unidades de depósito aluvial con pendiente: plana o casi a nivel (0-2%). (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Rio Caplina, 2009).

1.5.4 Climatología

Para caracterizar el clima se ha tomado como referencia la información meteorológica registrada en la estación Jorge Basadre Grohmann de Tacna, ubicada cerca de la zona de estudio, a una altitud de 560 msnm y en el siguiente cuadro se detalla los 08 parámetros promedios multianuales.

Cuadro 3: Parámetros meteorológicos MAP Jorge Basadre G.

Parámetros meteorológicos	MESES												Prom	Total
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
T° máxima (°C)	27.7	28.2	27.2	24.7	22.1	19.8	18.8	19.5	20.8	22.7	24.4	26.1	23.5	282
T° mínima (°C)	17.1	17.5	16.6	14.8	12.6	10.8	10.2	10.6	11.3	12.6	14.1	15.6	13.65	163.8
T° media (°C)	22.5	22.8	21.9	19.5	17.3	15.3	14.6	15	16	17.4	19.3	20.9	18.54	222.5
H. Relativa (%)	70	69	71	75	78	80	81	81	80	77	74	72	75.67	908
Precipitación total (mm)	2.7	0.8	1	0.4	0.5	1.6	3.9	4.5	3.5	0.9	0.7	1.2	1.81	21.7
Heliofonia (h/s)	7.9	8.1	8.2	7.8	6.9	6.2	6	6.1	6.7	7.6	8.3	8	7.32	87.8
Evaporación tanque (mm)	5.3	5.3	4.7	3.5	2.6	2.2	2.1	2.4	3	3.8	4.6	4.8	3.79	41.7
T° suelo a 50 cm prof.	27	27.6	27.4	27.5	24.9	23.3	22.5	22	22.9	23.9	25.5	26.5	25.08	301
Viento (m/s)	ssw-3	ssw-5	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3	ssw-3		
T° suelo a 50 cm prof. (°C)	27	27.6	27.4	27.5	24.9	23.3	22.5	22.6	22.9	23.9	25.5	26.5	25.13	301.6

Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. – SENAMHI - Tacna

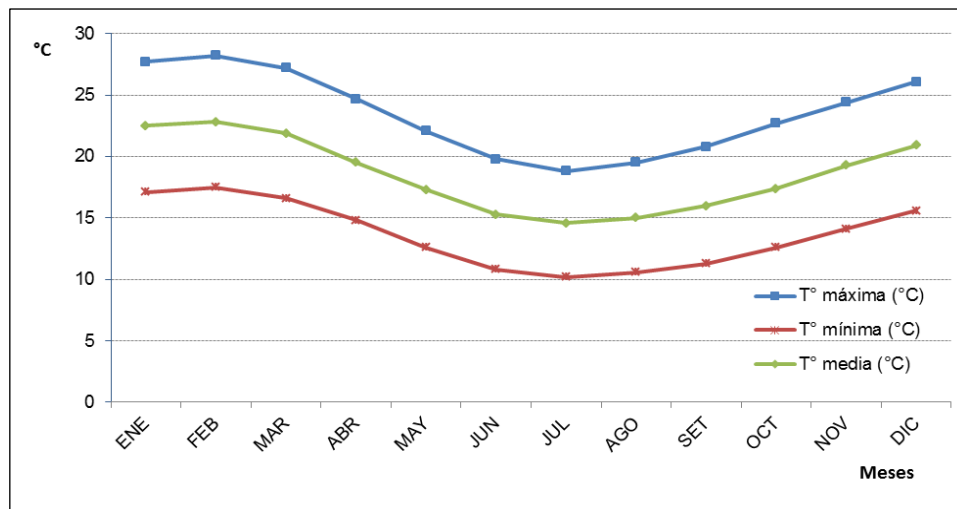
Temperatura

La temperatura media mensual varía de 22,8 a 14,6⁰C siendo los meses de Noviembre a abril con valores más altos (22,8⁰C) y los menores valores de mayo a octubre (14,6⁰C), resultando la temperatura media anual de 18,54⁰C.

Las variaciones entre las temperaturas máximas y mínimas diarias son en promedio 10⁰C. Estas características hacen que la zona muestre

un déficit permanente de agua, las cuales no alcanzan a satisfacer las necesidades de los cultivos exigiendo que estas se realicen bajo riego. De acuerdo a estas observaciones, puede afirmarse que la temperatura de la zona es de tipo semicálido.

Gráfica 1: Temperatura máxima, media y mínima.



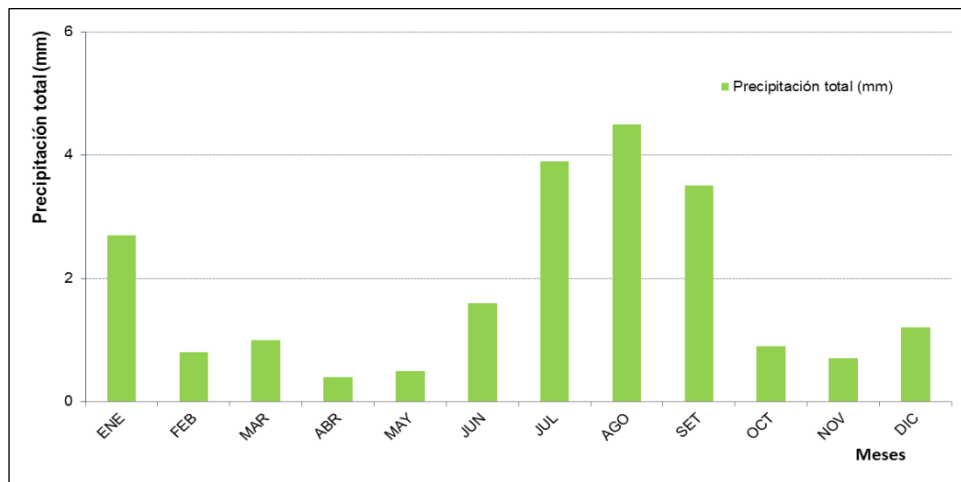
Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. – SENAMHI

Precipitación

La precipitación en la zona varía de escasos 0,4mm hasta un promedio mensual de 3,9mm, observándose que los meses de enero, julio, agosto y setiembre son de mayor precipitación 4,5mm, siendo los meses de menor precipitación de enero a junio y de octubre a diciembre. El promedio total anual registrados en todos los años que viene funcionando la estación es 21,7mm. Esto obliga a que la agricultura sea bajo riego.

Estas cantidades de precipitación para fines agrícolas resultan despreciables, y confirman la aridez de la zona en cuanto a la fuente hídrica por precipitación pluvial y anulan definitivamente cualquier pronóstico de obtener una lámina de agua aceptable con fines de riego por parte de lluvias directas caídas en el área de la cuenca.

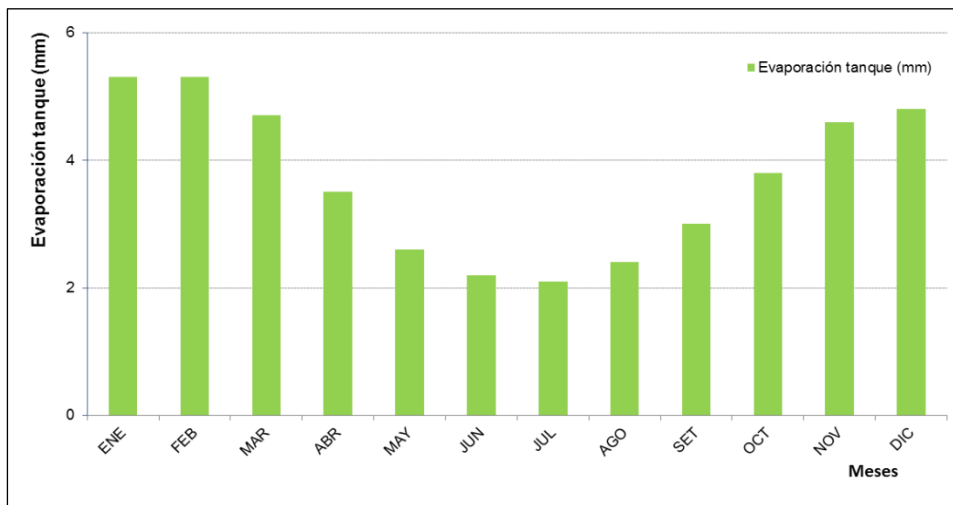
Gráfica 2: Parámetro de precipitación total



Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. - SENAMHI

Evaporación

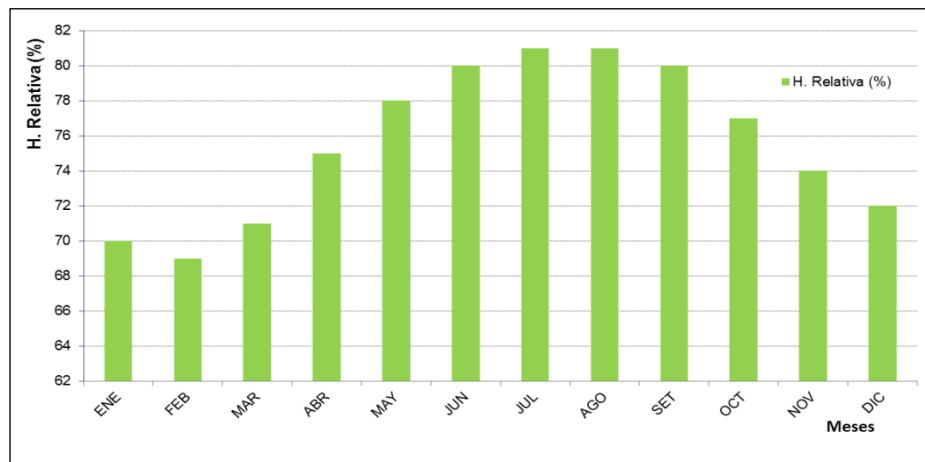
La evaporación media anual registrada en la estación MAP Jorge Basadre G. es en promedio 3,79mm por mes, la mayor evaporación se registra en los meses de noviembre a marzo 4,6mm a 3,7mm, mientras que la menor evaporación se registra en los meses de abril a octubre 3,5mm a 3,8mm.

Gráfica 3: Parámetro de evaporación

Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. - SENAMHI

Humedad relativa

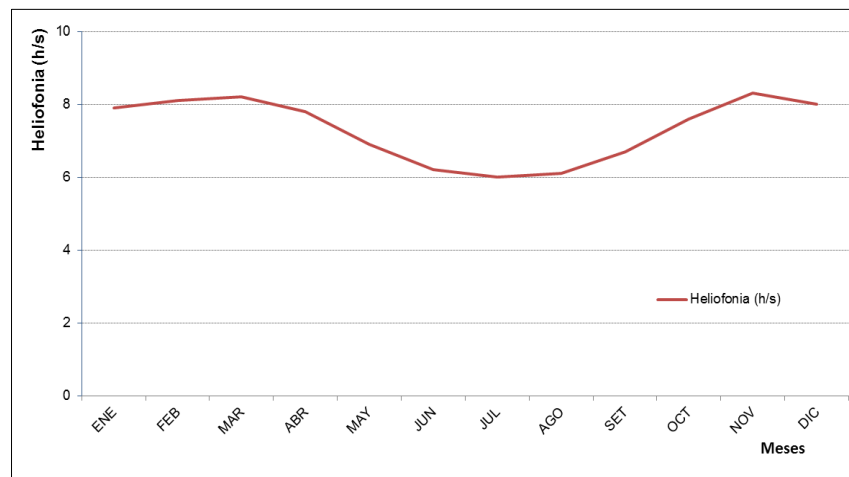
La humedad atmosférica depende de la temperatura del aire y la presión atmosférica; está referida al contenido de vapor de agua en la atmósfera, razón por la cual tiene mucha importancia en la producción agrícola. Para el área de estudio las variaciones de este parámetro están influenciadas, mayormente por la temperatura que por la precipitación pluvial. En función a la información de la estación de Jorge Basadre Grohmann se puede estimar una mayor humedad relativa en los meses de junio a setiembre 81% y la menor humedad relativa en los meses de octubre a mayo con 69%. El valor promedio anual es 75,67% de humedad relativa.

Gráfica 4: Humedad relativa durante todo el año.

Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. - SENAMHI

Heliofonia

Las horas sol o heliofonia varían de (6,0 h/s), en el mes de julio y (8,2 h/s) en el mes de marzo, con un promedio anual de (7,32 h/s).

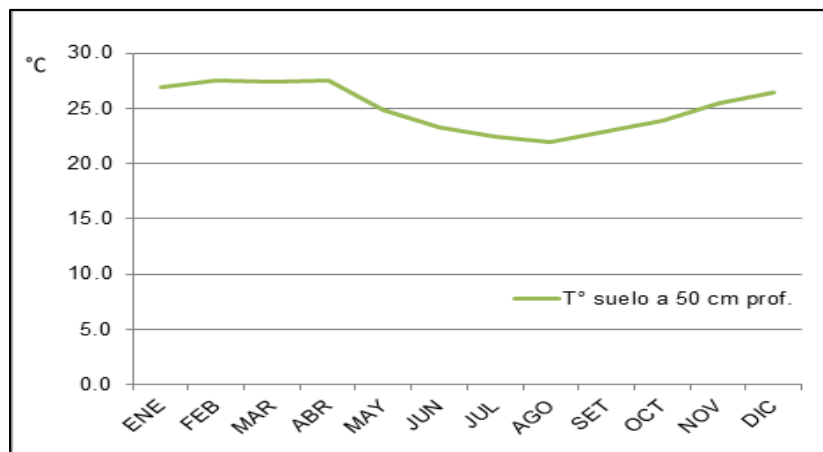
Gráfica 5; Horas sol en el área de estudio.

Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. - SENAMHI

Temperatura del suelo

La temperatura del suelo a 50 cm de profundidad registra en febrero 27,6 °C la más alta temperatura y la más baja temperatura 22,0 °C en agosto, con un promedio anual de 25,08 °C

Gráfica 6: Temperatura del suelo a 50 cm de profundidad.



Fuente: MAP-JORGE BASADRE G. - SENAMHI

1.5.5 Ecología

Zona de vida

Las zonas de vida determinadas en base al sistema de Holdridge, el cual define de manera cuantitativa la relación existente en el orden natural entre los factores principales del clima y la vegetación. La biotemperatura, la precipitación y la humedad ambiental, que conforman los factores climáticos fundamentales, son considerados como factores independientes, mientras que los factores bióticos son considerados esencialmente dependientes, es decir subordinados a la acción directa del

clima, (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Río Caplina, 2009).

Desierto Desecado – Templado Cálido (DD-TC)

Se encuentra a lo largo del desierto costero, con una biotemperatura media anual máxima de 19,8°C y la media anual mínima de 13,1°C. El promedio máximo de precipitación total al año es de 1.7 a 11.7mm. Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, el promedio de evapotranspiración potencial total por año supera las 64 veces la precipitación, por lo que queda ubicado en la provincia de humedad Desecado. En esta zona de vida se ubican las Pampas Eriazas y colinas, que están en contactos con las estribaciones de las montañas, y donde no se encuentra vegetación, debido en parte a que los vientos del Pacífico pasan después de trasponer alguna barrera, donde se forman las lomas incipientes, completamente exentos de humedad y ejercen más bien un papel de secante sobre los suelos de este sector. (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Río Caplina, 2009).

1.5.6 Vegetación

La U.A. “La Agronómica” cuenta con 19,14 ha, distribuidas en el siguiente orden:

- Área con cultivos frutales varios 11,53 ha.

- Área de viveros I, II, Abonos orgánicos 0,75 ha.
- Área académica e investigación 0,25 ha.
- Área por instalar cultivos frutales 1,80 ha.
- Vías, acequias, reservorios y otros 1,93 ha.
- Infraestructura administración y servicios 2,88 ha.

a. Cultivo de *Vitis vinífera* “vid”

Actualmente se conduce 4,196 ha, de vides en general (diferentes variedades y propósitos); 2,133 ha, en producción y 2,063 ha, en crecimiento, distribuidas de la siguiente manera: (INPREX, 2010).

Módulo de variedades tintas

Módulo que forma parte del banco de germoplasma de vid y cuenta con 09 variedades entre vides tintas y blancas para vino: Syrah (negra), Quebranta (rosada) Malbeck (negra), Grenache (negra), Barbera (negra), Riesling (blanca) Pinot blanc (blanca), Sauvignon (blanca) y Chenin (blanca), que ocupan en total 0,433 ha. (INPREX, memoria de gestión 2010).

Módulo de germoplasma

Módulo que consta de un banco de germoplasma de 27 variedades de vid entre tintas, blancas, rosadas para diferentes propósitos: vino, mesa, pasa y pisco, ocupan una extensión de 0,850

ha: Semillon (blanca), Borgoña blanca, Cabernet sauvignon (negra), Alfonso lavallo (negra), Italia negra, Moscatel (rosada vino), Quebranta (rosada), Red globe (rosada), Flame seedles (rosada vino), Superior seedles (blanca), Chardonnay (blanca), Viognier (blanca), Cripsom seedles (rosada), Italia rosada, Cardinal (rosada), Cereza (negra), Malaga blanca, Palestina (blanca), Albilla (blanca), Burdeos (negra), Borgoña negra, Red seedles (rosada), Torontel (blanca), Italia Blanca. (INPREX, 2010).

Módulo de sistemas

Módulo instalado con vid italia blanca en diferentes sistemas de conducción: Espaldera, en Tee baja (T), Tee Alta (T) Parrón tacneño, galera iqueña, cordón unilateral, cordón bilateral, que ocupan un área de 0,20 ha, asimismo 0,634 ha, están destinadas a instalaciones de cabernet sobre franco de vid R-99 recientemente instaladas para inicio de campaña en el 2011, (INPREX, 2010).

Módulo de vid Cardinal

Módulo de vides precoces con uvas para mesa, actualmente se encuentra en producción conducidas en el sistema de cordón unilateral y sus cosechas se realizan en los meses de diciembre-enero ocupan un área de 0,600 ha. (INPREX, 2010).

Módulo de vid Red Globe

Módulo de vides tardías con uvas para mesa, actualmente se encuentra en crecimiento conducidas para el sistema en Tee (T) y sus cosechas se realizaran en los meses de marzo, ocupan una extensión de 0,80 ha. (INPREX, 2010).

Módulo Cabernet

Módulo de vides tardías con uvas para vino, actualmente se encuentra en crecimiento conducidas para el sistema en Tee (T) y sus cosechas se realizaran en los meses de marzo a abril, ocupan una extensión de 0,56 ha. (INPREX, 2010).

Cultivo de *Pyrus communis* “peral”

Se tiene tres módulos de peras (peras de agua), de la variedad Packam's Triumph, con un área total de 3,758 ha, son plantaciones antiguas de edades que fluctúan entre los 25 a 50 años, existe módulos con constante muerte por vejez.

Los módulos de perales se distribuyen de la siguiente manera:

- Módulo cascajal : 1,444 ha.
- Módulo pozas : 0,814 ha.
- Módulo agricultura : 1,500 ha.

En lo concerniente a la plantación de peral, debe señalarse que en la mayoría del área, las plantaciones son antiguas y se encuentran en un periodo de envejecimiento acelerado con un proceso irreversible de baja en la productividad. (INPREX, 2010).

Cultivos varios (huerto madre)

Módulo de frutales varios en crecimiento instalado con frutales procedentes de Topará (Chincha), para ver su adaptación en la zona, tales como:

- 08 Variedades de *Prunus pérsica* “duraznero” (0,60 ha) entre ellas: Canario, oro azteca, florida, okinawa, ullinkate, Aconcagua.
- 03 Variedades de *Prunus doméstica* “cirolero” (0,20 ha).
- 02 Variedades de *Malus sylvestris* “manzano” (0,13 ha) entre ellas: Ana de Israel, red delicias, Grant Smith.
- 04 Variedades de Cítricos: (0,39 ha) entre ellas: *Citrus sinensis* “naranja dulce” (Naranja Huando, Washington),
- *Citrus aurantifolia* “limón sutil o limón agrio” (limon sutil),
- *Citrus nobilis* “mandarina” mandarinas.
- 01 Variedad de *Pouteria lúcumo* “lúcumo” (0,20 ha): Seda y criollo. (INPREX, 2010).

Cultivo de Lúcumo

Módulo con plantas francas y en crecimiento, ocupa un área de 1,80 ha. (INPREX, memoria de gestión 2010).

Cultivo de *Olea europea* “olivo” (Germoplasma)

Módulo de germoplasma del cultivo de olivos se encuentra en crecimiento con 32 variedades entre aceite, mesa y doble propósito con un área de 0,30 ha. (INPREX, 2010).

Cultivo de *Prunus doméstica* “cirolero”.

Módulo en crecimiento con un área de 0,60 ha, con las variedades Santa Rosa y japonés, la producción de los frutales caducifolios, llámese durazno, cirolero, manzano; podemos indicar que los rendimientos son muy bajos, porque las plantas están en crecimiento y desarrollo.

Lo resaltante es en lo referente a duraznero, se pudo clasificar las variedades existentes en tempranas, semitardías y tardías, es decir que existe la gran posibilidad de contar con producción de durazno a partir del mes de noviembre – diciembre; diciembre – enero y febrero y marzo. (INPREX, 2010).

1.5.7 Recursos hídricos

El valle de Tacna se encuentra irrigado por los ríos Caplina y Uchusuma, la unidad agraria “La Agronómica” es irrigado por aguas de la cuenca del Uchusuma, las descargas por este son continuas y presentan mayor turbidez en los meses de enero, febrero y marzo.

1.5.8 Vías de comunicación

El acceso a la Unidad Agraria “La Agronómica” se realiza a través de la avenida municipal en la entrada del distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, y además se comunica con el centro de la ciudad mediante la mencionada avenida.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.1 Material Cartográfico Base

- Imagen satélite Google Earth a escala 1:2000
- Mapa geológico del cuadrángulo de Tacna (Comisión Carta Geológica Nacional) escala 1:100 000.
- Mapa de suelos del “Estudio Agrologico Detallado del Valle de Tacna y Pampas de la Yarada” MINAG; 1972, a escala 1:200 000.
- Mapa de textura y profundidad del valle del río Caplina, ONERN, 1976, a escala 1:80 000
- Mapas Fisiográfico, mapa de Suelos y mapa de Capacidad de Uso Mayor de Tierras de las “Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca del Río Caplina” MINAG 2009 a escala 1:100 000.
- Manual de clasificación de tierras según DS. 017-2009-AG, Reglamento para levantamiento de suelos DS. 013-2010-AG y las claves para la taxonomía de suelos Soil Taxonomy 2010.

2.1.2 Otros Materiales

- GPS Garmin Colorado 300, cámara fotográfica digital con resolución de 10 MP y tabla de identificación de color del suelo Munsell.
- Wincha de lona y metálica, cortador de suelos, pico de jardinero, martillo de goma y tablero acrílico.
- Tarjetas de identificación de muestras, bolsas de plástico, plumón indeleble y cinta de embalaje.
- Herramientas: Lampas, barretas, picotas, lampa de jardinero.

2.2 MÉTODO DE TRABAJO

Los criterios y técnicas metodológicas usadas para determinar la naturaleza edáfica del área de estudio siguieron las normas y lineamientos establecidos en el Soil Survey Manual (1993) y el Soil Taxonomy (2006) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica USDA.

El estudio fue realizado a través de una secuencia lógica de actividades de gabinete, campo y laboratorio, que se esquematiza de la siguiente manera:

2.2.1 Fase preliminar de gabinete

Esta etapa corresponde al análisis de antecedentes anteriores, mapas y memorias descriptivas de estudios agrologicos realizados en el área de estudio. Además se realizó la planificación de la etapa de campo ajustando los procedimientos a las normas legales vigentes nacionales e internacionales.

- DS. 017-2009-AG Reglamento de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor.
- DS. 013-2010-AG Reglamento para el Levantamiento y evaluación de Suelos.

También se elaboró un mapa de ubicación de calicatas, en el cual se ubicaron 14 calicatas siguiendo el método de cuadrícula rígida entendiéndose que el presente estudio se elaboró a nivel semidetallado,.

2.2.2 Fase de campo

En esta etapa se ejecutó la apertura de calicatas en el área de estudio. Y posteriormente se realizó la lectura del perfil modal del suelo. En total se evaluó las 14 calicatas de las cuales fueron seleccionadas 5 calicatas como perfiles modales, de estas últimas se tomaron muestras de suelos de aproximadamente 750 gr, por cada horizonte encontrado en las calicatas, tomándose en total 15 muestras de suelos.

Evaluación y lectura del perfil del suelo

Considerando la naturaleza del estudio, se estableció 14 calicatas de las cuales se evaluaron todas, con las siguientes dimensiones: 1,0 m (ancho) x 1,5 m (largo) y de profundidad variable, dependiendo de la presencia de napa freática o al menos contacto paralítico, o densico, para la caracterización de los suelos, además se consideró la profundidad de capa arable o profundidad efectiva del suelo agrícola.

En la calicata se leyó el perfil genético, siguiendo los procedimientos del Soil Survey Manual (1993), en el que se incluye la descripción de la localidad, vegetación presente, fisiografía, relieve, relieve, pendiente local, permeabilidad y drenaje; así como la presencia de la napa freática, la distribución de raíces, pedregosidad superficial, gravosidad superficial y formas de erosión local, escorrentía superficial.

Seguidamente se establecieron los horizontes genéticos desarrollados y se describieron según su espesor, color, clase textural, presencia de modificadores texturales, tipo de estructura, grado de estructura, consistencia, existencia de gravas y guijarros.

Luego de la evaluación del perfil del suelo, de cada horizonte se tomaron muestras (750 gr. aproximadamente) para sus respectivos

análisis físico, químicos y mecánicos (análisis de caracterización de suelos) y adicionalmente análisis de boro soluble.

2.2.3 Fase de laboratorio

Corresponde a la preparación de muestras simples y envío al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria La Molina para el análisis de caracterización completa al cual se le adicionó el análisis de boro soluble.

Cuadro 4: Parámetros en análisis de caracterización de suelos.

Características	Métodos
Textura del Suelo:	Método del Hidrómetro de Bouyoucos
Conductividad Eléctrica	Medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación (es).
pH	Medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo KCl. relación 1:2.5
Calcáreo Total (CaCO_3)	Método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
Materia Orgánica	Método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio $\%MO = \%C \times 1.724$
Fósforo Disponible	Método de Olsen modificado, extracción con NaHCO_3 0.5M, pH 8.5
Potasio Disponible	Extracción con Acetato de Amonio ($\text{CH}_3 - \text{COONH}_4$) N, pH 7.0
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	Saturación con acetato de amonio ($\text{CH}_3 - \text{COOCH}_4$)N; pH 7.0

Cuadro 4: Parámetros en análisis de caracterización de suelos.

Características	Métodos
Boro soluble	Extracción con agua, cuantificación con curcumina

Fuente: Laboratorio de suelos UNALM

2.2.4 Fase final de gabinete

Corresponde a la etapa final del estudio de agrología que consiste en tabular, analizar y procesar los datos obtenidos en campo con los resultados del análisis de laboratorio. Se realizó la clasificación de las unidades de suelos usando las claves para la taxonomía de suelos décima edición 2006, así mismo se realizó la clasificación de tierras por su capacidad de uso mayor; luego se preparó los mapas de clases de suelos, capacidad de uso mayor de tierras, finalmente en base a los mapas realizados e información bibliográfica se prepara los resultados y elaboración de la leyenda de los mapas.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SOIL TAXONOMY)

El suelo individual es materia de la creación y existencia del sistema de clasificación Soil Taxonomy, un suelo representa un cuerpo natural tridimensional, el pedión como el volumen más pequeño que puede ser denominado suelo. El suelo individual se define por sus propiedades morfológicas, incluyendo el número, tipo y disposición de los

horizontes, color, textura, estructura, acumulación de arcilla, óxido de hierro, humus, sílice y carbonatos.

El sistema Soil Taxonomy considera cuatro características para propósitos de clasificación que son:

- Horizontes superficiales de diagnóstico o epipediones.
- Horizontes de diagnóstico subsuperficiales o endopediones.
- Régimen de humedad de suelo.
- Régimen de temperatura del suelo.

En seguida se explica brevemente el procedimiento para clasificar las unidades de suelos, en tanto que para analizar con mayor detalle se debe leer las páginas correspondientes, que se adjuntan en el **Anexo N-08**. Además estas características definidas no están en formato clave.

a) Horizontes superficiales de diagnóstico

Un horizonte de diagnóstico es un horizonte definido morfológicamente o al menos con la mayor precisión posible, con datos de campo y laboratorio para su utilización taxonómica. La utilización de los horizontes de diagnóstico hace que Soil Taxonomy se base en el principio general de la edafogénesis; y según Smith representa introducir indirectamente la génesis en la definición de los taxones.

Los horizontes de diagnóstico formados en la parte superior del suelo se denominan epipediones, se caracterizan por presentar un color

relativamente oscuro, debido a la incorporación de materia orgánica por aportes de hojarasca y raíces, o bien por ser horizontes eluviales superiores. En las claves para la taxonomía de suelos se han establecido ocho epipedones, los mismos que están descritos en (Claves para la Taxonomía de Suelos, página 5 a 9). Luego se procede a elegir al epipedón que reúne todas las características de los suelos evaluados.

b) Horizontes de diagnóstico subsuperficiales

Los horizontes descritos en esta sección se forman debajo de una superficie del suelo, aunque en algunas áreas se forman directamente debajo de una capa de hojarasca. También pueden estar expuestos a la superficie por truncación del suelo. Algunos de esos horizontes son considerados como horizontes B; otros, se pueden o no considerarse como horizontes B y otros más, como parte del horizonte A, estas características edafogénicas son el resultado de procesos de meteorización del material originario o de la translocación de sustancias movilizadas desde la parte superior del suelo y acumuladas en el endopedion.

Usando las Claves para la Taxonomía de Suelos, (página 9 a 14), se procede a elegir al horizonte subsuperficial (endopedión) que presenta los suelos, objeto del presente estudio.

c) Régimen de humedad del suelo

El término “régimen de humedad del suelo”, se refiere a la presencia o ausencia ya sea de un manto freático o el agua retenida a una tensión menor de 1500 Kpa o al punto de marchitez permanente, en el suelo o en horizontes específicos por periodos del año. El agua retenida a una tensión de 1500 Kpa o mayor no está disponible para la mayoría de las plantas mesófilas vivas. Por ende la sección de control de humedad del suelo es con el fin de facilitar la estimación de los regímenes de humedad de los suelos a partir de datos climáticos.

d) Régimen de temperatura del suelo

Se procede a seleccionar una clase de régimen de temperatura del suelo, usando los datos de temperatura del suelo a 50 cm de profundidad, estos resultados son usados para definir clases a varios niveles categóricos en esta taxonomía.

Identificación de la clase taxonómica de un suelo

La clase taxonómica específica de un suelo puede ser determinada por el uso de claves que se presenta en este capítulo (Claves para la Taxonomía de Suelos, página 31 a 34). Todas las claves en esta taxonomía están diseñadas para que el usuario pueda determinar la clasificación correcta de un suelo.

La clasificación se inicia revisando la “Clave para Ordenes de Suelo” para determinar el nombre del primer orden que, de acuerdo con los criterios listados, incluya al suelo en cuestión. El siguiente paso será ir a la página indicada para encontrar la “Clave para Subordenes” de ese orden particular. Entonces se deberá ir sistemáticamente a través de la clave para identificar correctamente el suborden que incluya al suelo, es decir el primero que reúna todos los criterios requeridos. El mismo procedimiento se usa para encontrar la clase del suelo, en la “Clave para Grandes Grupos” para el suborden identificado. Similarmente, a través de la “Clave para Subgrupos” para el gran grupo, el usuario seleccionara el nombre correcto del subgrupo, con el nombre del primer taxón que reúna todos los criterios requeridos.

Seguidamente se presenta un ejemplo con los cuadros, que comprenden la clave, la categoría y las paginas para su respectiva ubicación en las “Claves para la Taxonomía de Suelos”.

Cuadro 5: Claves para órdenes de suelos

Clave	Orden	Página
A	<i>Gelisols</i>	143
B	<i>Histosols</i>	153
C	<i>Spodosols</i>	251
D	<i>Andisols</i>	77
E	<i>Oxisols</i>	235
F	<i>Vertisols</i>	283
G	<i>Aridisols</i>	97
H	<i>Ultisols</i>	261
I	<i>Mollisols</i>	191
J	<i>Alfisols</i>	35
K	<i>Inceptisols</i>	159
L	<i>Entisols</i>	123

Fuente: Claves para la Taxonomía de suelos, 2006

Cuadro 6: Claves para subórdenes del orden Entisols

Clave	Suborden	Página
LA	<i>Aquents</i>	123
LB	<i>Arents</i>	127
LC	<i>Psamments</i>	139
LD	<i>Fluents</i>	128
LE	<i>Orthents</i>	133

Fuente: Claves para la Taxonomía de suelos, 2006

Cuadro 7: Claves para grandes grupos del suborden Fluvents

Clave	Gran grupo	Pagina
LDA	<i>Gelifluvents</i>	129
LDB	<i>Cryofluvents</i>	128
LDC	<i>Xerofluvents</i>	132
LDD	<i>Ustifluvents</i>	131
LDE	<i>Torrifluvents</i>	129
LDF	<i>Udifluvents</i>	130

Fuente: Claves para la Taxonomía de suelos, 2006

Cuadro 8: Claves para subgrupos del gran grupo Ustifluvents

Clave	Subgrupo	Pagina
LDDA	<i>Aquertic Ustifluvents</i>	131
LDDB	<i>Torrertic Ustifluvents</i>	131
LDDC	<i>Vertic Ustifluvents</i>	132
LDDD	<i>Anthraquic Ustifluvents</i>	132
LDDE	<i>Aquic Ustifluvents</i>	132
LDDF	<i>Oxyaquic Ustifluvents</i>	132
LDDG	<i>Aridic Ustifluvents</i>	132
LDDH	<i>Udic Ustifluvents</i>	132
LDDI	<i>Mollic Ustifluvents</i>	132
LDDJ	<i>Typic Ustifluvents</i>	132

Fuente: Claves para la Taxonomía de suelos, 2006

CLASIFICACIÓN DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

La capacidad de uso mayor de los suelos se determinó siguiendo las pautas de la metodología indicada en el Reglamento de Clasificación de Tierras del Ministerio de Agricultura (Decreto Supremo N° 017-2009-AG). Este último reglamento considera tres categorías: grupos de capacidad de uso mayor, clases de capacidad (calidad agrológica) y subclases de capacidad (factores limitantes).

DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS SUELOS

Para lograr establecer estas características químicas en los suelos evaluados, se procede a usar los parámetros químicos obtenidos del laboratorio de suelos como son: pH (acidez o alcalinidad), la salinidad, la fertilidad potencial y el boro soluble, representándolos en cada perfil modal y su área de influencia.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU ORIGEN

3.1.1 Origen y formación

Las características que diferencian uno de otro suelo están dadas por el material a partir del cual empezaron a formarse; es por ello que para dar una representación esquemática del ambiente edáfico se presenta a continuación los principales suelos encontrados dentro del marco geomorfológico en que vienen evolucionando. (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Río Caplina, 2009).

Suelos de origen Aluvial

En este ambiente están comprendidos todos aquellos suelos desarrollados a partir de los sedimentos transportados y depositados por el agua, en épocas antiguas donde hubo grandes precipitaciones. Los suelos están ubicados cerca del cauce del río Caplina, que se caracterizan por presentar un perfil tipo AC, son de textura gruesa, presentan fragmentos gruesos que en algunos casos los contenidos puede llegar hasta 80%, limitando la profundidad efectiva del suelo, con

bajos contenidos de sales, drenaje excesivo y fertilidad baja. (Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca Baja del Rio Caplina, 2009).

Las condiciones ecológicas en el área de estudio hacen que los suelos tengan un régimen de humedad Ústico, (L. ustus, quemado, implicando sequedad), característico de todos los valles irrigados con una humedad del suelo favorable para el crecimiento de las plantas, además presenta una temperatura media anual del suelo en 25,08 °C, la diferencia de la temperatura media del verano difiere en 4,52 °C a la del invierno y un régimen de temperatura Isohipertérmico, es decir que el suelo tiene una temperatura media anual de 25,08 °C a 50 cm de profundidad.

De acuerdo a la génesis de los suelos, en las que la topografía resulta fundamental para la formación de los suelos. En la presente clasificación no se usó la fase por pendiente debido a que toda el área de la U. A. "La Agronómica" presenta un solo tipo de pendiente; por ende se utilizó la fase por profundidad efectiva la que es presentada en el siguiente cuadro:

Cuadro 9: Fases por profundidad efectiva

Símbolo	Clases de profundidad efectiva (cm)	
1	Menor de 25	Muy superficiales
2	25 – 50	Superficiales
3	50 – 100	Moderadamente profundo
4	100 – 150	Profundo
5	Más de 150	Muy profundo

Fuente: Reglamento clasificación tierras por su capacidad de uso mayor

3.1.2 Descripción de las unidades taxonómicas

Las unidades de suelos descritas se encuadran dentro del subgrupo Typic ustifluvents y estas unidades se presentan delineadas con el parámetro que establece el sistema:

UNIDAD SANTA ROSA - CALICATA (C-02)

Localidad	: Unidad Agraria “La Agronómica”
Vegetación o cultivo	: Huerto de ciruelo
Material madre	: Aluvial
Fisiografía	: Depósito plano
Microrelieve	: plano
Elevación	: 535 msnm
Pendiente	: 0 – 2%
Erosión	: Muy ligera
Permeabilidad	: Moderadamente rápido

Drenaje	: Bueno
Escurrimiento superficial	: Lento
Distribución de raíces	: 0,70 m.
Pedregosidad superficial	: Libre a ligeramente pedregoso

Ap de 0 – 40 cm: pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase fino y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,14); moderadamente salino (C.E. 3,38dS/m); bajo en materia orgánica (0,34%); bajo en fósforo (4,0ppm); alto en potasio (632ppm); presenta pocas raíces medias; limite claro suave al;

C₁ de 40 – 55 cm: pardo muy claro (10 YR 8/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase muy fino y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,88); muy ligeramente salino (C.E. 0,57dS/m); bajo en materia orgánica (0,20%); bajo en fósforo (2,6ppm); alto en potasio (276ppm); presenta muy pocas raíces gruesas; limite claro irregular al;

C₂ de 55 – 130 cm: pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) en húmedo; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase muy fino y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente

alcalino (pH 7,45); moderadamente salino (C.E. 2,73dS/m); bajo en materia orgánica (0,14%); bajo en fósforo (2,8ppm); alto en potasio (476ppm); presenta muy pocas raíces finas.

UNIDAD POZAS - CALICATA (C-07)

Localidad	: Unidad Agraria "La Agronómica"
Vegetación o cultivo	: Huerto de ciruelo
Material madre	: Aluvial
Fisiografía	: Deposito plano
Microrelieve	: plano
Elevación	: 530 msnm
Pendiente	: 0 – 2%
Erosión	: Muy ligera
Permeabilidad	: Moderadamente rápido
Drenaje	: Bueno
Escurrimiento superficial	: Lento
Distribución de raíces	: 1,20 m.
Pedregosidad superficial	: Libre a ligeramente pedregoso

Ap de 0 – 45 cm: pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase medio y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,78); moderadamente salino (C.E. 2,74dS/m); bajo en materia

orgánica (0,27%); medio en fósforo (10,6ppm); alto en potasio (684ppm); presenta pocas raíces finas; límite gradual suave al;

C₁ de 45 – 65 cm: pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) en húmedo; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase fino y grado débil; consistencia blando en seco; reacción moderadamente alcalino (pH 7,91); muy ligeramente salino (C.E. 0,40 dS/m); bajo en materia orgánica (0,14%); bajo en fósforo (2,4ppm); alto en potasio (378ppm); presenta abundantes raíces medias y gruesas; límite gradual suave al;

C₂ de 65 – 105 cm: pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase muy fino y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,83); muy ligeramente salino (0,46dS/m); bajo en materia orgánica (0,14%); bajo en fósforo (2,8ppm); alto en potasio (512ppm); presenta abundantes raíces finas; límite gradual suave al;

C₃ de 105 – 135 cm: pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) en húmedo; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase gruesa y grado fuerte; consistencia blando en seco; reacción moderadamente alcalina (pH 7,98); moderadamente salino (C.E.

0,25dS/m); bajo en materia orgánica (0,07%); bajo en fósforo (2,0 ppm); alto en potasio (321 ppm); presenta abundantes raíces finas.

UNIDAD CABERNET - CALICATA (C-08)

Localidad	: Unidad Agraria “La Agronómica”
Vegetación o cultivo	: Terreno en descanso
Material madre	: Aluvial
Fisiografía	: Deposito plano
Microrelieve	: plano
Elevación	: 529 msnm
Pendiente	: 0 – 2%
Erosión	: Muy ligera
Permeabilidad	: Moderadamente rápido
Drenaje	: Bueno
Escurrimiento superficial	: Lento
Distribución de raíces	: 0,60 m.
Pedregosidad superficial	: Moderadamente pedregoso

Ap de 0 – 40 cm: pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase muy fino y grado moderado; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,62); muy ligeramente salino (0,37dS/m); bajo en materia orgánica (0,75%); medio en fósforo (7,7ppm); alto en

potasio (448 ppm); presenta abundantes raíces medias; límite claro ondulado al;

C_r de 40 – 100 cm: gris claro (10 YR 7/2) en seco; textura Arenoso; sin estructura (grano simple); consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,58); muy ligeramente salino (0,16dS/m); bajo en materia orgánica (0,05%); bajo en fósforo (2,4ppm); medio en potasio (160ppm); presenta abundantes raíces medias hasta el primer tercio superior; horizonte constituido por arenas y gravas no consolidados.

UNIDAD HUERTO MADRE - CALICATA (C-09)

Localidad	: Unidad Agraria “La Agronómica”
Vegetación o cultivo	: Plantación de lúcumo
Material madre	: Aluvial
Fisiografía	: Depósito plano
Microrelieve	: plano
Elevación	: 528 msnm
Pendiente	: 0 – 2 %
Erosión	: Muy ligera
Permeabilidad	: Moderadamente rápido
Drenaje	: Bueno
Escurrimiento superficial	: Lento

Distribución de raíces : 0,45 m.

Pedregosidad superficial : Libre a ligeramente pedregoso

Ap de 0 – 35 cm: gris claro (10 YR 7/2) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase medio y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,34); muy ligeramente salino (C.E. 0,37dS/m); bajo en materia orgánica (0,75%); medio en fósforo (7,7ppm); alto en potasio (622ppm); presenta poca cantidad de raíces finas; límite claro ondulado al;

AC de 35 – 60 cm: pardo claro (10 YR 6/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de grado sin estructura (grano simple); consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,12); moderadamente salino (C.E. 3,78dS/m); bajo en materia orgánica (0,82%); bajo en fósforo (5,1 ppm); medio en potasio (226ppm); escasas raíces finas; límite claro ondulado al;

C₁ de 60 – 85 cm: pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase muy fino y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,41); muy ligeramente salino (C.E. 0,96dS/m); bajo en materia orgánica (0,10%); bajo en fósforo (2,3ppm); alto en potasio (316ppm); no presenta raíces; límite abrupto ondulado al;

C₂ de 85 – 140 cm: pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase muy fino y grado moderado; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7.86); muy ligeramente salino (C.E. 0,75dS/m); bajo en materia orgánica (0,10%); bajo en fósforo (1,5ppm), alto en potasio (292ppm); no presenta raíces.

UNIDAD CASCAJAL - CALICATA (C-14)

Localidad	: Unidad Agraria “La Agronómica”
Vegetación o cultivo	: Huerto de peral
Material madre	: Aluvial
Fisiografía	: Depósito Plano
Microrelieve	: plano
Elevación	: 524 msnm
Pendiente	: 0 – 2 %
Erosión	: Ligera
Permeabilidad	: Moderadamente rápido
Drenaje	: Bueno
Escurrimiento superficial	: Lento
Distribución de raíces	: 0,45 m.
Pedregosidad superficial	: Moderadamente pedregoso

Ap de 0 – 50 cm: pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; textura Franco Arenoso; estructura de tipo granular, clase medio y grado débil; consistencia blando en seco; reacción ligeramente alcalino (pH 7,86); moderadamente salino (C.E. 3,22 dS/m); bajo en fósforo (3,7ppm); alto en potasio (496ppm); presenta abundantes raíces finas; límite abrupto suave al;

C_r de 50 – 100 cm: pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco; textura Franco Arenoso; sin estructura (grano simple); consistencia blando en seco; reacción moderadamente alcalino (pH 8,18); ligeramente salino (C.E. 1,31dS/m); bajo en fósforo (2, 0ppm); alto en potasio (244ppm); no presenta raíces; horizonte constituido por arenas y gravas no consolidados.

En el cuadro N° 10, se observa la clasificación taxonómica para los suelos de la Unidad Agraria “La Agronómica”, estos fueron clasificados en el orden Entisols, además presentan propiedades de clima y edáficas, que corresponden al suborden Fluvents. Por presentar suelos bajo riego, estos encuadran dentro del Gran Grupo Ustifluvents, y las cuatro unidades cartográficas fueron clasificadas en el Subgrupo Typic Ustifluvents.

**Cuadro 10: Clasificación Natural de los Suelos
(Soil Taxonomy 2006)**

Orden	Sub Orden	Gran Grupo	Sub Grupo	Nombre Local
<i>Entisols</i>	<i>Fluvents</i>	<i>Ustifluvents</i>	<i>Typic Ustifluvents</i>	Santa Rosa Pozas Huerto Madre Cabernet - Cascajal

Fuente: Elaboración propia

Las primeras tres categorías descritas previamente, se encuentran dentro de la clasificación realizada por la ONERN (1976) en la que presentan la siguiente clasificación para el valle del Caplina, de acuerdo a la Clasificación Natural, 7ª aproximación (EE.UU., 1967), estos suelos se incluyen dentro del suborden Fluvent y gran grupo (Ustifluvent).

Estos resultados, se diferencian del Estudio Agrológico detallado del valle de Tacna y Pampas de la Yarada – 1972, porque dicho estudio en ese año lo realizaron usando la clasificación natural de 1938 donde se diferencian dos órdenes de suelos Azonales e Intrazonales que posteriormente en la 7ª aproximación del USDA. – 1960, estos órdenes fueron agrupados al orden Entisols.

La clasificación realizada en el presente estudio se encuentra dentro del sistema de categorías que presenta USDA. Soil Taxonomy (1975), en la cual se determinaron el potencial agrícola de la región costera y sierra del país se encuentra generalmente en el orden Entisols,

suborden Fluvents. Propio de aquellos suelos de valles aluviales e irrigados.

Esta clasificación se ajusta hasta la segunda categoría Suborden Fluvent, presentada por Siña Flores D., en su tesis, pero difiere con la tercera categoría Subgrupo Torrifuvents porque su estudio se desarrolló en suelos no irrigados.

La clasificación de suelos hasta cuatro categorías como se presenta en el presente trabajo de investigación difieren del Estudio *“Tierras eriazas con potencial agropecuario de la cuenca del rio Caplina”*. Porque en dicho estudio se evaluaron las tierras eriazas tanto del valle como de las pampas de la margen derecha del valle Caplina, en las cuales también presentan al Orden Entisols, Sub orden Orthents, gran grupo Torriorthents y sub grupo Typic Torriorthents, ya que son característicos de suelos de desierto con régimen de Humedad Tórrido y Un régimen de Temperatura térmico que definen a los suelos no irrigados.

Los resultados de la clasificación de suelos por el sistema FAO; Fluvisol eutric y fluvisols dystric, realizada en el fundo los pichones por J. Chipana, 1996; corresponden a la 7ma aproximación Fluvent y (ustifluent) en la clasificación americana USDA.

3.1.3 Descripción de las unidades cartográficas y de suelos

En la presente descripción se identifican y se describen las unidades cartográficas (consociación y complejo) delimitadas en el Mapa de Suelos, a estas unidades se les denominó por razones de orden práctico con el nombre común de cada zona de estudio.

A continuación, se describe a las unidades cartográficas de suelos, que han sido agrupadas de acuerdo con su profundidad efectiva.

Cuadro 11: Unidades cartográficas de la U. A. "La Agronómica"

CONSOCIACIÓN	SÍMBOLO	PROPORCIÓN %	SUPERFICIE	
			ha	%
Santa Rosa	SM/4	100	3,81	19,91
Pozas	Pz/4	100	7,52	39,29
Huerto Madre	HM/4	100	2,08	10,87
COMPLEJO				
Cabernet - Cascajal	Cb - Cj/2	50 - 50	3,13	16,35
Área administrativa y reservorios			2,60	13,58
TOTAL			19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Descripción de las Consociaciones

Seguidamente se describen las tres Consociaciones y el complejo determinado en la zona de estudio, así como las características de los suelos que lo integran.

a) Consociación Santa Rosa (SR)

Cubre una superficie de 3.81 ha, equivalente a 19,91% de la superficie estudiada, y está conformada por el suelo Santa Rosa, en su fase por profundidad efectiva profunda de 100 a 150 cm y se encuentra al ingreso de la unidad agraria, que agrupa a los siguientes módulos: Germoplasma de olivo, Área experimental, Huerto de ciruelos, Vid en arbolito, Vid cardinal, la mayor parte de modulo durazno y gran parte del módulo de sistema de conducción vid.

Suelo Santa Rosa (S - 02)

El suelo pertenece al Subgrupo Typic Ustifluvents, por presentar un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico, un régimen de temperatura Isohipertérmico, y un régimen de humedad ústico.

Es un suelo de origen aluvial, localizado en la llanura aluvial, con relieve plano.

Presenta un perfil tipo Ap C₁ C₂, con escaso desarrollo genético, profundos, de textura moderadamente gruesa (franco arenoso), con pendiente plana (0 a 2%) y profundidad efectiva profunda, de color pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco a pardo oscuro amarillento (10 YR 4/4) en húmedo, estructura de tipo granular, clase muy fino a fino y grado débil; consistencia blando en seco.

La reacción del suelo es ligeramente alcalino (pH 7,14 a 7,88), muy ligeramente salino (C.E. 0,57 a 3,38dS/m); con bajos contenidos tanto de materia orgánica (menor a 0,34%) como de fósforo disponible (4,0ppm) y alto en potasio disponible (mayor de 276ppm). Estas condiciones determinan que la fertilidad natural de la capa superficial sea baja.

b) Consociación Pozas (Pz)

Cubre una superficie de 7,52 ha, equivalente a 39,29% de la superficie estudiada, y está conformada por el suelo Pozas, en su fase por profundidad efectiva profundo de 100 a 150 cm de profundidad y. Se encuentra en la zona media y sur del área de estudio, cuya área de influencia comprende los siguientes módulos: Peral agricultura, Vid tintas, Vid germoplasma, peral pozas, Huerto madre 1 y 2, Cítricos y lúcumos.

Suelo Pozas (S - 07)

El suelo pertenece al Subgrupo Typic Ustifluvents, por presentar un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico, un régimen de temperatura isohipertérmico, y un régimen de humedad Ustico.

Es un suelo de origen aluvial, localizado en la llanura aluvial, con relieve plano.

Presenta un perfil tipo Ap C₁ C₂ C₃ con escaso desarrollo genético, profundos, de textura moderadamente gruesa (franco arenoso), a grueso (arena franca), con pendiente plana (0 a 2%) y profundidad efectiva profunda, de pardo oscuro (10 YR 3/3) a pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo, estructura de tipo granular, clase muy fino a grueso y grado débil a fuerte; consistencia muy friable a firme en húmedo.

La reacción del suelo es ligeramente alcalina (pH 7,78) a moderadamente alcalina (pH 7,98), muy ligeramente salino (C.E. 0,25 a 2.74dS/m), con bajos contenidos en materia orgánica (menor a 0.27%), bajo a medio en fósforo disponible (2,0 a 10,6ppm) y alto en potasio disponible (mayor de 321ppm). Estas condiciones determinan que la fertilidad natural de la capa superficial sea baja.

c) Consociación Huerto Madre (Hm)

Cubre una superficie de 2,08 ha, equivalente al 10,87% de la superficie estudiada, y está conformada por el suelo Huerto Madre, en su fase por profundidad efectiva profundo de 100 a 150 cm y pendiente plana o casi a nivel (0-2%). Se encuentra en el extremo sur oeste del área de estudio que abarca todo el módulo de huerto lúcumo.

.Suelo Huerto madre (S - 09)

El suelo pertenece al Subgrupo Typic Ustifluvents, por presentar un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico, un régimen de temperatura Isohipertérmico, y un régimen de humedad ústico.

Es un suelo de origen aluvial, localizado en la llanura aluvial, con relieve plano.

Presenta un perfil tipo Ap AC C₁ C₂ con escaso desarrollo genético, profundos, de textura moderadamente gruesa (franco arenoso), a grueso (arena y arena franca), con pendiente plana (0 a 2%) y profundidad efectiva profunda, de color pardo claro (10 YR 6/3) a pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco, estructura de tipo granular, clase muy fino y grado débil a grano simple; consistencia blando en seco.

La reacción del suelo es ligeramente alcalina (pH 7,12 a 7,86), muy ligeramente salino (C.E. 0,37 a 3,78dS/m), con bajos contenidos de materia orgánica (menor a 0,75%), bajo a medio en fósforo disponible (1,5 a 7.7ppm), alto en potasio disponible (mayor de 226ppm), estas condiciones determinan que la fertilidad natural de la capa superficial sea baja.

d) Complejo Cabernet - Cascajal (Cb - Cj)

Cubre una superficie de 3,13 ha, equivalente a 16,35% de la superficie estudiada, y está conformada por el suelo Cabernet – Cascajal, en su fase por profundidad efectiva superficial de 25 a 50 cm y con pendiente plana o casi a nivel (0-2%). Se encuentra a lo largo del extremo este del área de estudio que comprende los módulos: Pera cascajal, Vid patrón americano, una pequeña parte del módulo de durazno y sistemas de conducción.

Suelo Cabernet (S - 08)

El suelo pertenece al Subgrupo Typic Ustifluvents, por presentar un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico, un régimen de temperatura Isohipertérmico, y un régimen de humedad ústico.

Es un suelo de origen aluvial, localizado en la llanura aluvial, con relieve plano.

Presenta un perfil tipo Ap Cr, con escaso desarrollo genético, superficiales, de textura moderadamente grueso (franco arenoso) a grueso (arena), con pendiente plana (0 a 2%) y profundidad efectiva superficial, de pardo muy claro (10 YR 7/3) sobre gris claro (10 YR 7/2) en seco, estructura de tipo granular, clase muy fino y grado moderado a sin estructura; consistencia blanda en seco.

La reacción del suelo es ligeramente alcalina (pH 7,58 a 7,62), muy ligeramente salino (C.E. 0,16 a 0,37dS/m), con bajos contenidos de materia orgánica (menor a 0,75 %), bajo a medio en fósforo disponible (2,4 a 7,7ppm) y alto a medio en potasio disponible (160 a 448ppm). Estas condiciones determinan que la fertilidad natural de la capa superficial sea baja.

Suelo Cascajal (S - 14)

El suelo pertenece al Subgrupo Typic ústifluvents, por presentar un epipedón ócrico como único horizonte de diagnóstico, un régimen de temperatura Isohipertérmico, y un régimen de humedad ústico.

Es un suelo de origen aluvial, localizado en la llanura aluvial, con relieve plano.

Presenta un perfil tipo Ap Cr, con escaso desarrollo genético, superficiales, de textura moderadamente grueso (franco arenoso) a grueso (arena), con pendiente plana (0 a 2%) y profundidad efectiva superficial, de color pardo muy claro (10 YR 7/3) en seco, estructura de tipo granular, clase medio y grado débil a grano simple; consistencia blando en seco.

La reacción del suelo es ligeramente alcalina (pH 7,86) a moderadamente alcalina (pH 8,18), muy ligeramente salino (1,31 a 3,22dS/m), con bajos contenidos de materia orgánica (menor a 0,38%), bajo en fósforo disponible (menor a 3,7ppm) y alto en potasio disponible (mayor de 244ppm). Estas condiciones determinan que la fertilidad natural de la capa superficial sea baja.

3.2 CLASIFICACION DE TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR

Las tierras de la zona de estudio han sido clasificadas en dos grupos de capacidad de uso mayor, cuyo resumen se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 12: Cuadro de capacidad de uso mayor

CLASIFICACIÓN DE LAS TIERRAS POR SU CAPACIDAD DE USO MAYOR DE LA UNIDAD AGRARIA "LA AGRONÓMICA"																	
Suelo	Grupos de CUM	Clase	Subclase (limitaciones)	Zona de vida	Pendiente %		Microre lieve	Factores Edáficos (Clases permisibles)									
					Corta	Larga		Profun. (cm)	Textura	Pedreg. Sup.	Drenaje	pH	Erosión	Salinidad	Inundación	Fertil. Sup.	Frag. Rocosos
C - 02	A	A2	A2s(r)	DD-TC	-	0 - 2	1	130	MG	0	C	7,51	1	1	1	2	0
C - 07	A	A2	A2s(r)	DD-TC	-	0 - 2	1	135	MG	0	C	7,84	1	1	1	2	0
C - 08	C	C2	C2s(r)	DD-TC	-	0 - 2	1	40	MG	1	C	7,60	1	1	1	2	2
C - 09	A	A2	A2s(r)	DD-TC	-	0 - 2	1	140	MG	0	C	7,23	1	1	1	2	0
C - 14	C	C2	C2s(r)	DD-TC	-	0 - 2	1	50	MG	1	C	7,86	1	1	1	2	2

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 13: Tierras de la Unidad Agraria la Agronómica

Capacidad de uso mayor	Símbolo	Superficie	
		ha	%
Tierras aptas para cultivos en limpio	A2s(r)	13,41	70,07
Tierras aptas para cultivos permanentes	C2s(r)	3,13	16,35
Áreas administrativa y reservorios		2,60	13,58
TOTAL		19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Tierras aptas para cultivos en limpio con calidad agrologica media y limitación por suelos y riego A2s(r).

Comprende una superficie de 13,41 ha, equivalente al 70,07% del área total de la U. A. “La Agronómica”, que agrupa a las unidades de suelos Santa Rosa, Pozas y Huerto Madre.

Agrupa suelos de calidad agrologica media; presentando suelos profundos con clase textural moderadamente gruesa, drenaje natural bueno y permeabilidad moderadamente rápido; presenta un perfil libre de gravas, pedregosidad superficial libre a ligeramente pedregoso y erosión hídrica ligera casi imperceptible.

Sus limitaciones de uso se dan por problemas relacionados a las características edáficas: Fertilidad natural baja, textura moderadamente gruesa y la necesidad obligatoria de aplicar riego debido a la aridez de la zona **(r)**.

Este grupo de capacidad de uso mayor se describió en la clasificación de tierras del distrito de Locumba, realizado por R. USCAMAYTA, cuyos resultados para el grupo (A) tierras aptas para cultivos en limpio que comprende a 2632,68 ha, ocupando el 3,08% del área total estudiada, comprendiendo todo el valle de locumba, indicándonos áreas mínimas de cultivo.

Tierras aptas para cultivos permanentes con calidad agrológica media y limitación por suelos y riego C2s(r).

Comprende una superficie de 3,13 ha, equivalente al 16,35% del área total de la U. A. “La Agronómica”, que agrupa a la unidad de suelos Cabernet y Cascajal.

Agrupa suelos de calidad agrológica media, presentando suelos superficiales con textura moderadamente gruesa a gruesa; drenaje natural bueno y permeabilidad moderadamente rápido; presenta un perfil con abundantes gravas, guijarros, piedras en el horizonte inferior; pedregosidad superficial moderadamente pedregoso y erosión hídrica ligera.

Sus limitaciones de uso se dan por problemas relacionados a las características edáficas: Fertilidad natural baja, textura moderadamente gruesa a gruesa, profundidad efectiva (superficial)

presentando gravas y guijarros en el horizonte inferior y la necesidad obligatoria de aplicar riego debido a la aridez de la zona **(r)**.

Este grupo de capacidad de uso mayor se describió en la clasificación de tierras del distrito de Locumba, realizado por R. USCAMAYTA, cuyos resultados para el grupo (C) tierras aptas para cultivos permanentes que comprende 16 983,18 ha, ocupando el 19,89% del área total estudiada, comprendiendo el valle de Cinto, las pampas de Sitana, los suelos con fisiografía pedimento (PE) y llanura aluvial disectada, indicando que son terrenos cultivables requiriendo medidas de conservación de suelos con limitaciones por topografía y recurso hídrico.

Áreas administrativas y reservorios

En el presente trabajo de investigación se ha determinado un área administrativa designado a oficinas, almacén, taller, reservorios y viveros, que suman un total de 2,60 ha, correspondiente al 13.58% del área total de la Unidad Agraria "La Agronómica".

3.3 DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO EN LA UNIDAD AGRARIA LA AGRONÓMICA

Fertilidad de suelo

En el cuadro 14 se observa los niveles de fertilidad de los suelos de la unidad agraria “La Agronómica” que resulta de la interacción de los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio en el suelo.

Cuadro 14: Fertilidad del suelo en el área de estudio

FERTILIDAD	RANGO			SUPERFICIE	
	M.O. (%)	(P) ppm	(k) ppm	ha.	%
Baja	< 2	< 7	< 100	16,54	86,42
Área administrativa y reservorios				2,60	13,58
TOTAL				19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

El área de estudio presenta 16,54 ha., con fertilidad baja equivalente al 86,42% conformada por las unidades de suelos: Santa Rosa (SR), Pozas (Pz), Huerto Madre (HM), Cabernet (Cb) y Cascajal (Cj); además presenta un área administrativa y reservorio que ocupan 2,60 ha con 13,58%, cabe resaltar que la fertilidad es baja por tener bajos contenidos de materia orgánica, bajos a medios en fósforo disponible y generalmente altos en potasio en todos los perfiles modales.

Salinidad del suelo

Se encontraron 3 rangos de salinidad en los suelos del área de estudio tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 15: Clases de suelos según su salinidad

CLASES DE SUELO	RANGO	SUPERFICIE	
	CE (es)	ha.	%
Muy ligeramente salino	< 2	9,46	49,43
Ligeramente salino	2 - 4	2,08	10,87
Moderadamente salino	4 - 8	5,00	26,12
Área administrativa y reservorios		2,60	13,58
	TOTAL	19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Suelos muy ligeramente salinos que se distribuyen en 9,46 ha, que corresponde al 49,43% del área; está conformada por las unidades de suelo: Pozas (Pz) y Cabernet (Cb).

Suelo ligeramente salino que abarca 2,08 ha, equivalente al 10,87% del área, conformada por la unidad Huerto Madre (HM).

Suelos moderadamente salinos que representan 5,00 ha, cuya proporción es 26,12% del área, conformada por las unidades de suelos Santa Rosa (SR) y Cascajal (Cj); según el "Agricultural Bulletin USDA", N- 205, 217, 194 citado por Domínguez Vivancos (1993), indica que la vid y el olivo pueden tolerar de 4 – 8 mmhos/cm.

Área administrativa y reservorios con 2,60 ha, que corresponde al 13,58% del área de estudio, se puede afirmar que la mayor parte de las tierras evaluadas no presenta problemas de salinidad.

pH del suelo

Para determinar el pH de los suelos en la unidad agraria “La Agronómica” se analizó todos los resultados obtenidos en el laboratorio, obteniéndose 2 categorías que resaltan:

Suelos ligeramente alcalinos que se distribuyen en 15,39 ha, que representa al 80,46% conformada por las unidades Santa Rosa (SR), Pozas (Pz), Huerto Madre (HM) y Cabernet (Cb).

Suelos moderadamente alcalinos que se encuentra en 1,15 ha, equivalente al 6,06% del área, representada por la unidad Cascajal (Cj).

Área administrativa y reservorios con 2,60 ha, que corresponde al 13,58% del área de estudio.

Cuadro 16: Clase de suelo según su PH

CLASES DE SUELO	RANGO	SUPERFICIE	
	pH	ha.	%
Ligeramente alcalino	7,1 - 7,8	15,39	80,46
Moderadamente alcalino	7.9 - 8,4	1,15	6,06
Área administrativa y reservorios		2,60	13,58
	TOTAL	19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

Boro soluble en el suelo

El boro soluble se analizó con la finalidad de medir los niveles de boro en el suelo y se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 17: Niveles de boro en el área de estudio

NIVELES DE BORO	RANGO (B) asimilable mg/Kg	SUPERFICIE	
		ha.	%
Medio	0,50 - 1,00	9,46	49,43
Alto	1,00 - 2,00	1,15	6,06
Muy alto	> 2,00	5,93	30,93
Área administrativa y reservorios		2,60	13,58
TOTAL		19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia.

En términos generales los suelos del área de estudio presentan 9,46 ha, con un nivel medio de boro, representando un área de influencia de 49,43% que se distribuye en las unidades de suelos: Pozas (Pz) y Cabernet (Cb).

Suelos con un nivel alto en boro distribuidos en 1,15 ha, que abarca el 6,06% del área de estudio representado por la unidad de suelo Cascajal (Cj).

Suelos con muy alto nivel de boro identificados en 5,93 ha, que representan al 30,93% del área evaluada, a su vez corresponde a las unidades de suelos: Santa Rosa (SR) y Huerto Madre (HM).

Área administrativa y reservorios con 2,60 ha, que corresponde al 13,58% del área de estudio. Por consiguiente se puede concluir lo siguiente:

El boro en pequeñas concentraciones es necesario para el desarrollo de las plantas, pero en el área de estudio no se encontró niveles deficientes de boro. Los niveles alto y muy alto pueden ser tóxicos para ciertas especies y la concentración que afecta a estas es casi la misma que necesitan para un desarrollo normal muchas de las plantas tolerantes al boro.

Los niveles de boro en el suelo son mayores en los horizontes superficiales y disminuyen o se mantienen en los horizontes inferiores, estos resultados difieren con la teoría de (Peacock), porque dicho autor menciona que en los estratos inferiores la concentración de boro sea mucho mayor debido a que el boro es un elemento de fácil percolación.

Los resultados de análisis de boro obtenidos en la U. A. La Agronómica presenta cierta similitud con los análisis de suelos del fundo "El Carmen" en Magollo, presentados por Fernán del Carpio Rodríguez, que oscilan entre 0,29 ppm a 2,69 ppm de boro en el suelo respectivamente.

En el presente trabajo de investigación no se diagnosticó los niveles de boro en suelos eriazos (testigo) para tener una comparación de un posible nivel de contaminación por este elemento.

CONCLUSIONES

PRIMERA:

Los suelos de la unidad agraria “La Agronómica” en su clasificación según su origen, usando las claves para la taxonomía de suelos 2006, pertenecen al Orden *Entisols*, Sub orden *Fluvents*, gran grupo *Ustifluvents* y Subgrupo *Typic Ustifluvents*. Asimismo, se determinaron 04 unidades cartográficas; 03 consociaciones en su fase de profundidad efectiva (profunda) los cuales se detallan a continuación: consociación **Santa Rosa (SR)** con 3,81 ha, que abarca el 19,91%; Consociación **Pozas (Pz)** con 7,52 ha, que abarca el 39,29%; Consociación **Huerto Madre (HM)** con 2,08 ha, que abarca el 10,87%; y un complejo **Cabernet – Cascajal (Cb-Cj)** con 3,13 ha, que abarca el 13,58%, en su fase de profundidad efectiva (superficial) con presencia de gravas, guijarros, piedras en el horizonte inferior. Además la unidad agraria cuenta con un área administrativa y reservorios de 2,60 ha, que corresponde al 13,58% del área total.

SEGUNDA:

En la clasificación técnica interpretativa se determinó 02 grupos de Capacidad de Uso Mayor, ambos con fertilidad baja. La unidad de suelo **A2s(r)** Tierras aptas para Cultivos en Limpio con calidad agrológica media y limitaciones por suelo (Textura) con un área de 13,41 ha, que abarca el 70,07%, que corresponde a las unidades

Santa Rosa, Pozas y Huerto Madre; en tanto que la unidad de suelo **C2s(r)** Tierras aptas para Cultivos Permanentes con calidad agrológica media y limitaciones por suelos (Textura) con 3,13 ha, que abarca el 16,35%, está conformada por la unidad de suelo Cabernet – Cascajal.

TERCERA:

Las 05 unidades de suelos que abarcan 16,54 ha, con el 86,42% presentan niveles bajos de fertilidad, debido a la escasa materia orgánica en el suelo.

CUARTA:

Los suelos de esta unidad agraria presentan 03 niveles de salinidad: Muy ligeramente salino 9,46 ha, que abarca el 49,43%; Ligeramente salino 2,08 ha, que representa el 10,87% y moderadamente salino 5,00 ha, con 26,12%, donde la vid y el olivo pueden tolerar esta última clase de suelos.

QUINTA:

La mayor parte de los suelos del área de estudio presentan un pH ligeramente alcalino que se distribuyen en 15,39 ha, con el 80,46% y solamente la unidad Cascajal (Cj) 1,15ha, que representa al 6,06% tienen un pH moderadamente alcalino,

SEXTA:

Se diagnosticó 03 niveles de boro soluble en los suelos: Nivel medio con 9,46 ha, que representa al 49,43%, Nivel alto con 1,15 ha,

abarcando el 6,06% y Nivel muy alto con 5,93 ha, distribuido en 30,93% del área. Se concluye que existe cierta acumulación de este elemento sobre todo en el horizonte Ap de las unidades de suelo.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar un estudio de suelos a nivel detallado, para llegar a identificar otras categorías como familia y serie de suelos a nivel de parcelas.
2. Realizar estudio de investigación para determinar las características hídricas de los suelos en la Unidad Agraria “La Agronómica”.
3. Realizar estudios microbiológicos y de fertilización de la Unidad Agraria “La Agronómica”.
4. Los lineamientos de uso y manejo de los suelos de la U. A. “La Agronómica”, deben estar direccionados al incremento de la fertilidad natural del suelo, incrementando los niveles de materia orgánica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



1. BOUL, S. W. y Otros. *Génesis y Clasificación de los Suelos*. México. Editorial Trillas. 1983. 411 p.
2. BOSSI, Jorge y Otros. *Manual Didáctico de Geología para estudiantes de Agronomía*. Uruguay. 2011. 158 p.
3. CHIPANA, José. *Estudio Agrologico del CEA III los Pichones*. Tesis (Título profesional de Ingeniero). Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
4. CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y COMERCIO. *Interpretación de Análisis de Suelo, Foliar y Agua de Riego*. Madrid, España. 1992.
5. DEL CARPIO, Fernán. *Demanda Hídrica y Contenido de Arsénico y Boro en el Agua de Riego en la Irrigación San Isidro de Magollo, Tacna*. Colegio de Ingenieros del Perú. 2009. 32 p.
6. DONCEL, Ana y Otros. "Relación del Contenido de Boro Soluble con Distintos Parámetros Edáficos y Ambientales en Suelos de Navarra".

En *Ciencias Naturales Natur zientziak*. San Sebastián. Año 1996.
N° 48. Páginas 21 al 38.

7. GALVEZ, Mario y Victoria MARTOS. *Manejo Ecológico de Suelos Áridos*, Tacna Perú. 2006. 214 p.
8. INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO METALURGICO. 1963 *Geología de los Cuadrángulos de la Yarada 37-u, Tacna 37-v y Huaylillas 37-x*. Lima, Perú. 1963. 69 p.
9. JORDAN, Antonio. *Manual de Edafología*. Universidad de Sevilla. España. 2006. 143 p.
10. LABORATORIO DE SALINIDAD DE LOS ESTADOS UNIDOS. *Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos*. 6ta Edición. México. Editorial Limusa. 1993. 170 p.
11. MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1972a *Estudio Agrologico Detallado del Valle de Tacna y Pampas de la Yarada*. Tacna. Perú 220 p. 2009b *Tierras Eriazas con Potencial Agropecuario Cuenca del Rio Caplina*. Memoria descriptiva. Tacna. Perú. 192 p. 2009c *Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor*. DS N° 017-2009 AG. Lima Perú. 2010a *Reglamento para la Ejecución de Levantamiento de Suelos*. DS N° 013-2010 AG. 22 p.

12. PROYECTO ESPECIAL TACNA. *Estudio de Suelos Detallado del Área de Ampliación de la Frontera Agrícola Lomas de Sama*. Tacna Perú. 2009. 86 p.
13. PORTA, José y Otros. *Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente*. Madrid, España. Mundi Prensa. 1999. 807 p.
14. SIÑA, Jesús. *Reconocimiento Agrológico del CEA-1 Magollo*. Tesis (Título profesional de Ingeniero) Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
15. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Soil Survey Manual*. 2da Edición. Washington, EE UU. Soil Survey Staff 1993. 437 p.
16. INSTITUTO DE INVESTIGACION, PRODUCCION Y EXTENSION AGRARIA. *Memoria de Gestión Año Presupuestal Ejercicio 2010*. Tacna, Perú. 47 p.
17. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS. *Claves Para la Taxonomía de Suelos*. 10ma. Edición. Campus Montecillo, Mexico. 2006. 339 p.
18. VILLARROEL, Jorge. *Manual para la Interpretación de Análisis de Suelos*. Bolivia. 1998. 180 p.
19. ZAVALETA, Amaro. *Edafología*. Lima Perú. 1992. 223 p.

ANEXOS

FICHA TECNICA DE SUELOS																												
PROYECTO: "ESTUDIO AGROLOGICO DE LA AGRONOMICA INPREX/FCAG/UNJBG"											ESPECIALISTA EVALUADOR: ING. CIP MARIO GALVEZ BRICEÑO																	
DEPARTAMENTO: TACNA					PROVINCIA: TACNA						DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA						GCPP/ANEXO:											
PUNTO DE EVALUACION: C-02					FECHA: 08/09/11						UTM: WGS-84			ESTE: 367235			NORTE: 8005918			COTA: 535 msnm								
											CARACTERISTICAS MEDIO AMBIENTALES																	
											CONSOCAACION/AOCIACION/COMPLEJO: Santa Rosa												SUELO: Santa Rosa					
											Hz. GENETICOS: Ap/C1/C2						EPIPEDON: Ocrico						ENDOPEDON: No Presenta					
											USOA SOIL TAXONOMY 2005 (DS:013-2010-AG): Typic ustifluvents																	
											CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS (DS: 017-2009-AG) : (A2s)																	
											USO ACTUAL DE TIERRAS: Cultivo perennes: Ciruelero, vid, olivo.																	
											FISIOGRAFIA: Deposito plano						MICRORELIEVE: Plano			PENDIENTE: 0 - 2 %								
											EROSION: Muy ligera						GEOD. EXTERNA:											
											MATERIAL PARENTAL: Aluvial						LITOLOGIA: Arena, limo y arcilla											
											ZONA DE VIDA: Desértico Desecado-Templado Cálido						REGIMEN HUMEDAD: Ustico			PRECIPITACION mm/año: 0 a 10 mm/año								
CLIMA: Ando cálido						REGIMEN TEMPERATURA: Térmico			Tª PROMEDIO: 14.6 a 22.8 °C																			
COBERTURA VEGETAL: Ciruelero, durazno, vid, olivo, mora y malezas						DISTRIBUCION DE RAICES: 70 cm																						
NAPA FREÁTICA: No presenta						PERMEABILIDAD: Moderadamente rapido																						
PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Libre a ligeramente pedregoso						DRENAJE: Bueno																						
PROFUNDIDAD EFECTIVA: Profunda						ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL: Lento																						
OBSERVACIONES:																												
											MORFOLOGIA DEL PERFIL MODAL DEL SUELO																	
											PROFUN. cm.	HORIZONTE GENETICO	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA	COLOR		MOTEADO	FRAG. GRUESOS Y MOD. TECTURALES		RAICES		LIMITE				
													TIPO	CLASE	GRADO	S - H - M	CUALITATIVO	CUANTITATIVO	COLOR CANT.	TIPO	% VOL.	TAMAÑO	CANTIDAD					
											0-40	Ap	Granular	Fino	Débil	Blando	Pardo muy claro	10 YR 7/3 (Seco)	NP	NP	NP	Gruesas Finas	Pocas	Claro				
											40-55	C ₁	Granular	Muy fino	Débil	Blando	Pardo muy claro	10 YR 8/3 (Seco)	NP	NP	NP	Gruesas Finas	Pocas	Claro				
											55-130	C ₂	Granular	Muy fino	Débil	Blando	Pardo oscuro amarillento	10 YR 8/4 (Húmedo)	NP	NP	NP	NP	NP					
											>130																	
OBSERVACIONES: >130 cm continúa la capa.																												
ANALISIS DE CARACTERIZACION FISICO, QUIMICO Y MECANICO																												
HORIZONTE GENETICO	HORIZONTE DE DIAGNOSTICO		pH (1:1)	C.E. dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	C %	DISPONIBLE ppm		ANALISIS MECANICO %			CLASE TEXTURAL	C.I.C. Cmol(+)/Kg Suelo	CATIONES CAMBIABLES Cmol(+)/Kg suelo					SUMA DE CATIONES	SUMA DE BASES	% SATURACION DE BASES					
	SUPERFICIAL	SUBSUPERFICIAL							P	K	ARENA	LIMO	ARCILLA			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺								
Ap	Ocrico	-	7.14	3.38	0.60	0.34	0.017	0.197	4.0	632	66	28	6	Fr.A.	7.68	4.76	1.31	0.98	0.63	0.00	7.68	7.68	100					
C ₁	-	-	7.88	0.57	0.00	0.20	0.01	0.116	2.6	276	66	24	10	Fr.A.	10.72	7.29	1.31	0.37	0.55	0.00	9.52	9.52	89					
C ₂	-	-	7.45	2.73	0.30	0.14	0.007	0.081	2.8	467	72	22	6	Fr.A.	9.12	5.64	1.84	0.76	0.87	0.00	9.12	9.12	100					

FICHA TECNICA DE SUELOS

PROYECTO: 'ESTUDIO AGROLOGICO DE LA AGRONOMIA INPREX/FCAG/UNJBG'		ESPECIALISTA EVALUADOR: ING. CIP MARIO GALVEZ BRICEÑO			
DEPARTAMENTO: TACNA	PROVINCIA: TACNA	DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA	CCPP/ANEXO:		
PUNTO DE EVALUACION: C-07	FECHA: 09/09/11	UTM: WGS-84	ESTE: 367078	NORTE: 8005793	COTA: 530 msnm



CARACTERISTICAS MEDIO AMBIENTALES

CONSOCIACION/SOCIACION/COMPLEJO: Pozas		SUELO: Pozas
HZ. GENETICOS: Ap/C1/C2/C3	EPIPEDON: Ootico	ENDOPEDON: No Presenta
USDA SOIL TAXONOMY 2006 (DS:013-2010-AG): Typic ustifluvents		
CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS (DS: 017-2009-AG) : (A2s)		
USO ACTUAL DE TIERRAS: Cultivos perennes: peral, vid, durazno y malezas.		
FISIOGRAFIA: Deposito Plano	MICRORELIEVE: Plano	PENDIENTE: 0 - 2 %
EROSION: Muy ligera	GEOD. EXTERNA:	
MATERIAL PARENTAL: Aluvial	LITOLOGIA: Arena, limo y arcilla	
ZONA DE VIDA: Desértico Desecado-Templado Cálido	REGIMEN HUMEDAD: Ustico	PRECIPITACION mm/año: 0 a 10 mm/año
CLIMA: Arido cálido	REGIMEN TEMPERATURA: Térmico	Tª PROMEDIO: 14.6 a 22.8 °C
COBERTURA VEGETAL: Peral, vid, durazno y malezas.	DISTRIBUCION RAICES: 120 cm	
NAPA FREATICA: No presenta	PERMEABILIDAD: Moderadamente rápido	
PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Libre a ligeramente pedregoso	DRENAJE: Bueno	
PROFUNDIDAD EFECTIVA: Profunda	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL: Lento	
OBSERVACIONES:		



MORFOLOGIA DEL PERFIL MODAL DEL SUELO

PROFUN. cm.	HORIZONTE GENETICO	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA	COLOR		MOTEAADO	FRAG. GRUESOS Y MOD. TECTURALES		RAICES		LIMITE
		TIPO	CLASE	GRADO		S - H - M	CUALITATIVO		CUANTITATIVO	COLOR CANT.	TIPO	% VOL.	
0-45	Ap	Granular	Medio	Débil	Blando	Pardo oscuro	10 YR 3/3 (Húmedo)	NP	NP	NP	Gruesas	Muy pocas	Gradual
45-65	C1	Granular	Fino	Débil	Blando	Pardo oscuro amarillento	10 YR 4/4 (Húmedo)	NP	NP	NP	Gruesas Finas	Común	Gradual
65-105	C2	Granular	Muy fino	Débil	Blando	Pardo amarillento	10 YR 5/4 (Húmedo)	NP	NP	NP	Gruesas Finas	Frecuente	Gradual
105-135	C3	Granular	Grueso	Fuerte	Blando	Pardo oscuro amarillento	10 YR 4/4 (Húmedo)	NP	NP	NP	Finas	Pocas	
>135													

OBSERVACIONES: >135 cm continúa la capa.

ANALISIS DE CARACTERIZACION FISICO, QUIMICO Y MECANICO

HORIZONTE GENETICO	HORIZONTE DE DIAGNOSTICO		pH (1:1)	C.E. dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	C %	DISPONIBLE ppm		ANALISIS MECANICO %			CLASE TEXTURAL	C.I.C. Cmol(-)/Kg Suelo	CATIONES CAMBIABLES Cmol(+)/Kg suelo					SUMA DE CATIONES	SUMA DE BASES	% SATURACION DE BASES
	SUPERFICIAL	SUBSUPERFICIAL							P	K	ARENA	LIMO	ARCILLA			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
Ap	Ootico	-	7.78	2.74	0.50	0.27	0.014	0.157	10.6	684	66	28	6	Fr.A.	9.60	5.74	1.86	1.49	0.51	0.00	9.60	9.60	100
C1	-	-	7.91	0.40	0.50	0.14	0.007	0.081	2.4	378	74	22	4	A.Fr.	7.52	4.81	1.63	0.66	0.43	0.00	7.52	7.52	100
C2	-	-	7.83	0.46	0.00	0.14	0.007	0.061	2.8	512	58	28	14	Fr.A.	8.80	5.78	1.98	0.58	0.46	0.00	8.80	8.80	100
C3	-	-	7.98	0.25	0.00	0.07	0.004	0.041	2.0	321	74	18	8	Fr.A.	7.68	4.72	1.96	0.59	0.42	0.00	7.68	7.68	100

FICHA TECNICA DE SUELOS

PROYECTO: 'ESTUDIO AGROLOGICO DE LA AGRONOMICA INPREX/FCAG/UNJBG'		ESPECIALISTA EVALUADOR: ING. CIP. MARIO GALVEZ BRICEÑO			
DEPARTAMENTO: TACNA	PROVINCIA: TACNA	DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA		CCPP/ANEXO:	
PUNTO DE EVALUACION: C-08	FECHA: 09/09/11	UTM: WGS-84	ESTE: 367140	NORTE: 8005715	COTA: 529 msnm



CARACTERISTICAS MEDIO AMBIENTALES

CONSOCIACION/SOCIACION/COMPLEJO: Cabernet		SUELO: Cabernet
HZ. GENETICOS: Ap/Cr	EPIPEDON: Oarico	ENDOPEDON: No presenta
USDA SOIL TAXONOMY 2006 (DS:013-2010-AG): Typic ustifluvents		
CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS (DS: 017-2009-AG) : (C2s)		
USO ACTUAL DE TIERRAS: Cultivos perennes: vid, durazno, malezas (grama dulce, papita, etc.).		
FISIOGRAFIA: Deposito plano o casi a nivel	MICRORELIEVE: plano	PENDIENTE: 0 - 2 %
EROSION: Muy ligera	GEOD. EXTERNA:	
MATERIAL PARENTAL: Aluvial		
ZONA DE VIDA: Desértico Desechado-Templado Cálido	REGIMEN HUMEDAD: Ustico	PRECIPITACION mm/año: 0 a 10 mm/año
CLIMA: Arido cálido	REGIMEN TEMPERATURA: Térmico	Tª PROMEDIO: 14.6 a 22.8 °C
COBERTURA VEGETAL: vid, durazno y malezas (grama dulce, papita, etc.).	DISTRIBUCION RAICES: 60 cm	
NAPA FREATICA: No presenta	PERMEABILIDAD: Moderadamente rápido	
PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Moderadamente pedregoso	DRENAJE: Bueno	
PROFUNDIDAD EFECTIVA: Superficial	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL: Lento	

OBSERVACIONES:

MORFOLOGIA DEL PERFIL MODAL DEL SUELO



PROFUN. cm.	HORIZONTE GENETICO	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA S-H-M	COLOR		MOTEADO COLOR CANT.	FRAG. GRUESOS Y MOD. TECTURALES		RAICES		LIMITE
		TIPO	CLASE	GRADO		CUALITATIVO	CUANTITATIVO		TIPO	% VOL.	TAMAÑO	CANTIDAD	
0-40	Ap	Granular	Muy fino	Moderado	Blando	Pardo muy claro	10 YR 7/3 (Seco)	NP	NP	NP	Finas	Abundante	Claro
40-100	Cr	Grano simple	NP	NP	Blando	Gris claro	10 YR 7/2 (Seco)	NP	Gravas	70	Finas	Muy pocas	
>100									Gujarros	20			
									Piedras	10			

OBSERVACIONES: >100 cm contacto paralítico.

ANALISIS DE CARACTERIZACION FISICO, QUIMICO Y MECANICO

HORIZONTE GENETICO	HORIZONTE DE DIAGNOSTICO		pH (1:1)	C.E. dS/cm	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	C %	DISPONIBLE ppm		ANALISIS MECANICO %			CLASE TEXTURAL	C.I.C. Cmol(+)/Kg Suelo	CATIONES CAMBIABLES Cmol(+)/Kg suelo					SUMA DE CATIONES	SUMA DE BASES	% SATURACION DE BASES
	SUPERFICIAL	SUBSUPERFICIAL							P	K	ARENA	LIMO	ARCILLA			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺			
	Ap	Oarico							-	7.62	0.37	0.30	0.75			0.038	0.435	7.7	448	65			
Cr	-	-	7.58	0.16	0.00	0.05	0.003	0.029	2.4	160	90	8	2	A.	4.32	2.83	0.91	0.25	0.32	0.00	4.32	4.32	100

FICHA TECNICA DE SUELOS

PROYECTO: 'ESTUDIO AGROLOGICO DE LA AGRONOMICA INPREX/FCAG/UNJBG'		ESPECIALISTA EVALUADOR: ING. CIP MARIO GALVEZ BRICEÑO			
DEPARTAMENTO: TACNA	PROVINCIA: TACNA	DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA		CCPP/ANEXO:	
PUNTO DE EVALUACION: C-09	FECHA: 10/09/11	UTM: WGS-84	ESTE: 366937	NORTE: 805809	COTA: 528 msnm



CARACTERISTICAS MEDIO AMBIENTALES

CONSOCIACION/ASOCIACION/COMPLEJO: Huerto madre		SUELO: Huerto madre
Hz. GENETICOS: Ap/AC/C1/C2	EPIPEDON: Ocrico	ENDOPEDON: No presenta
USDA SOIL TAXONOMY 2006 (DS:013-2010-AG): Typic ustifluvents		
CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS (DS: 017-2009-AG) : (A2s)		
USO ACTUAL DE TIERRAS: Cultivos perennes: Lúcumos y malezas		
FISIOGRAFIA: Depósito plano	MICRORELIEVE: Plano	PENDIENTE: 0 - 2 %
EROSION: Muy ligera	GEOD. EXTERNA:	
MATERIAL PARENTAL: Aluvial	LITOLOGIA: Arena, limo y arcilla	
ZONA DE VIDA: Desértico Desecado-Templado Cálido	REGIMEN HUMEDAD: Ustico	PRECIPITACION mm/año: 0 a 10 mm/año
CLIMA: Arido cálido	REGIMEN TEMPERATURA: Térmico	Tª PROMEDIO: 14.6 a 22.8 °C
COBERTURA VEGETAL: Lúcumos y malezas	DISTRIBUCION RAICES: 45 cm	
NAPA FREATICA: No presenta	PERMEABILIDAD: Moderadamente rápido	
PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Libre a ligeramente pedregoso	DRENAJE: Bueno	
PROFUNDIDAD EFECTIVA: Profunda	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL: Lento	
OBSERVACIONES:		

MORFOLOGIA DEL PERFIL MODAL DEL SUELO



PROFUN. cm	HORIZONTE GENETICO	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA	COLOR		MOTEADO	FRAG. GRUESOS Y MOD. TECTURALES		RAICES		LIMITE
		TIPO	CLASE	GRADO	S - H - M	CUALITATIVO	CUANTITATIVO	COLOR CANT.	TIPO	% VOL.	TAMAÑO	CANTIDAD	
0-35	Ap	Granular	Medio	Débil	Blando	Gris claro	10 YR 7/2 (Seco)	NP	NP	NP	Finas Medias	Pocas	Claro
35-60	AC	Grano simple	NP	NP	Blando	Pardo claro	10 YR 6/3 (Seco)	NP	NP	NP	NP	NP	Claro
60-85	C1	Granular	Muy fino	Débil	Blando	Pardo muy claro	10 YR 7/3 (Seco)	NP	NP	NP	NP	NP	Abrupto
85-140	C2	Granular	Muy fino	Moderado	Blando	Pardo muy claro	10 YR 7/3 (Seco)	NP	NP	NP	NP	NP	
>140													

OBSERVACIONES: >140 cm continua la capa.

ANALISIS DE CARACTERIZACION FISICO, QUIMICO Y MECANICO

HORIZONTE GENETICO	HORIZONTE DE DIAGNOSTICO		pH (1:1)	C.E. dS/cm	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	C %	DISPONIBLE ppm		ANALISIS MECANICO %			CLASE TEXTURAL	C.I.C. Cmol(+)/Kg Suelo	CATIONES CAMBIABLES Cmol(+)/Kg suelo					SUMA DE CATIONES	SUMA DE BASES	% SATURACION DE BASES
	SUPERFICIAL	SUBSUPERFICIAL							P	K	ARENA	LIMO	ARCILLA			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺			
Ap	Ocrico	-	7.34	0.37	0.30	0.75	0.038	0.435	7.7	622	61	30	9	Fr.A.	12.80	8.22	2.39	1.37	0.81	0.00	12.80	12.80	100
AC	-	-	7.12	3.78	0.00	0.82	0.041	0.476	5.1	226	99	0	1	A.	4.48	2.91	0.76	0.46	0.21	0.00	4.34	4.34	97
C1	-	-	7.41	0.96	0.00	0.10	0.005	0.058	2.3	316	79	16	5	A.Fr.	8.80	6.09	1.52	0.70	0.43	0.00	8.74	8.74	99
C2	-	-	7.86	0.75	0.00	0.10	0.005	0.058	1.5	292	73	22	5	Fr.A.	8.80	6.11	1.56	0.70	0.44	0.00	8.80	8.80	100

FICHA TECNICA DE SUELOS

PROYECTO: 'ESTUDIO AGROLOGICO DE LA AGRONOMIA INPREX/FCAG/UNJBG'		ESPECIALISTA EVALUADOR: ING. CIP MARIO GALVEZ BRICEÑO			
DEPARTAMENTO: TACNA	PROVINCIA: TACNA	DISTRITO: GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA		CGPP/ANEXO:	
PUNTO DE EVALUACION: C-14	FECHA: 10/09/11	UTM: WGS-84	ESTE: 366984	NORTE: 8005591	COTA: 524 msnm



CARACTERISTICAS MEDIO AMBIENTALES

CONSOCIACION/ASOCIACION/COMPLEJO: Cascajal		SUELO: Cascajal
HZ. GENETICOS: Ap/Cr	EPIPEDON: Ozrico	ENDOPEDON: No presenta
USDA SOIL TAXONOMY 2006 (DS:013-2010-AG): Typic ustifluvents		
CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS (DS: 017-2009-AG) : (C2s)		
USO ACTUAL DE TIERRAS: Cultivos perennes: peral, malezas y casuarinas.		
FISIOGRAFIA: Deposito plano	MICRORELIEVE: Plano	PENDIENTE: 0 - 2 %
EROSION: Ligera	GEO. EXTERNA:	
MATERIAL PARENTAL: Aluvial	LITOLOGIA: Arena, limo y arcilla	
ZONA DE VIDA: Desértico Desechado-Templado Cálido	REGIMEN HUMEDAD: Ustico	PRECIPITACION mm/año: 0 a 10 mm/año
CLIMA: Arido cálido	REGIMEN TEMPERATURA: Térmico	T° PROMEDIO: 14.6 a 22.8 °C
COBERTURA VEGETAL: peral, malezas y casuarinas.	DISTRIBUCION RAICES: 45 cm	
NAPA FREATICA: No presenta	PERMEABILIDAD: Moderadamente rápido	
PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Moderadamente pedregoso	DRENAJE: Bueno	
PROFUNDIDAD EFECTIVA: Superficial	ESCURRIMIENTO SUPERFICIAL: Lento	
OBSERVACIONES:		



MORFOLOGIA DEL PERFIL MODAL DEL SUELO

PROFUN. cm.	HORIZONTE GENETICO	ESTRUCTURA			CONSISTENCIA	COLOR		MOTEAJO	FRAG. GRUESOS Y MOD. TECTURALES		RAICES		LIMITE
		TIPO	CLASE	GRADO		S - H - M	CUALITATIVO		CUANTITATIVO	COLOR CANT.	TIPO	% VOL	
0-50	Ap	Granular	Medio	Débil	Blando	Pardo muy claro	10 YR 7/3 (Seco)	NP	NP	NP	Medias Finas	Frecuente	Abrupto
50-100	Cr	Grano simple	NP	NP	Blando	Pardo muy claro	10 YR 7/3 (Seco)	NP	Gravas Guijarros	80 20	NP	NP	
>100													

OBSERVACIONES: >100 cm contacto paralítico.

ANALISIS DE CARACTERIZACION FISICO, QUIMICO Y MECANICO

HORIZONTE GENETICO	HORIZONTE DE DIAGNOSTICO		pH (1:1)	C.E. dS/cm	CaCO ₃ %	M.O. %	N %	C %	DISPONIBLE ppm		ANALISIS MECANICO %			CLASE TEXTURAL	C.I.C. Cmol(+)/Kg Suelo	CATIONES CAMBIABLES Cmol(+)/Kg suelo					SUMA DE CATIONES	SUMA DE BASES	% SATURACION DE BASES
	SUPERFICIAL	SUBSUPERFICIAL							P	K	ARENA	LIMO	ARCILLA			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ +H ⁺			
Ap	Ozrico	-	7.86	3.22	0.50	0.38	0.019	0.220	3.7	496	72	24	4	Fr.A.	7.36	3.95	1.81	0.88	0.71	0.00	7.36	7.36	100
Cr	-	-	8.18	1.31	0.40	0.05	0.003	0.029	2.0	244	96	4	0	A.	4.00	2.33	0.78	0.34	0.55	0.00	4.00	4.00	100

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION REGIONAL TACNA – MOQUEGUA**

ESTACION : MAP-JORGE BASADRE G.

LAT. : 18°01' 36"

DPTO. : TACNA

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL
DE TEMP. MAXIMA (°C)

LONG.: 70° 15' 2.4"

PROV. : TACNA

ALT. : 560 msnm.

DIST.: TACNA

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
27.7	28.2	27.2	24.7	22.1	19.8	18.8	19.5	20.8	22.7	24.4	26.1

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE TEMP. MINIMA (°C)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
17.1	17.5	16.6	14.8	12.6	10.8	10.2	10.6	11.3	12.6	14.1	15.6

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE TEMP. MEDIA (°C)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
22.5	22.8	21.9	19.5	17.3	15.3	14.6	15.0	16.0	17.4	19.3	20.9

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE HUMEDAD RELATIVA (%)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
70	69	71	75	78	80	81	81	80	77	74	72

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE PRECIPITACION TOTAL (mm.)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2.7	0.8	1.0	0.4	0.5	1.6	3.9	4.5	3.5	0.9	0.7	1.2

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE HELIOFANIA (h/s)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
7.9	8.1	8.2	7.8	6.9	6.2	6.0	6.1	6.7	7.6	8.3	8.0



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION REGIONAL TACNA – MOQUEGUA**

ESTACION : MAP-JORGE BASADRE G.

LAT. : 18°01' 36"

DPTO. : TACNA

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL
DE EVAP. TANQUE (mm.)

LONG.: 70° 15' 2.4"

PROV. : TACNA

ALT. : 560 msnm.

DIST.: TACNA

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
5.3	5.3	4.7	3.5	2.6	2.2	2.1	2.4	3.0	3.8	4.6	4.8

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE VIENTOS (m/s.)

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
SSW-3	SSW-5	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3	SSW-3



**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DIRECCION REGIONAL TACNA - MOQUEGUA**

ESTACION : MAP-JORGE BASADRE G.

LAT.: 18° 01' 36"

DPTO.: TACNA

PARAMETRO : PROMEDIO MULTIANUAL DE LA
TEMPERATURA DEL SUELO

LONG. : 70° 15' 2.4"

PROV.: TACNA

ALT. : 560 msnm.

DIST. : TACNA

MESES	7					13						19				
	2	5	10	20	30	2	5	10	20	30	50	2	5	10	20	30
ENE	23.0	23.3	23.8	24.5	25.0	25.8	24.9	24.7	24.7	25.1	27.0	25.1	24.9	25.0	24.8	25.1
FEB	23.9	24.2	24.8	25.5	25.7	26.6	25.9	25.7	25.6	25.8	27.6	25.9	25.9	26.0	25.8	25.7
MAR	22.8	23.2	23.8	24.6	25.0	25.5	25.0	30.9	24.9	25.3	27.4	24.6	24.8	24.9	24.5	25.0
ABR	23.0	23.3	23.9	24.8	25.3	25.9	25.2	25.0	25.1	25.4	27.5	24.7	24.8	25.1	25.1	25.3
MAY	20.0	20.1	20.8	21.6	22.5	22.0	21.5	21.5	21.7	22.5	24.9	21.3	21.1	21.6	21.8	22.5
JUN	18.6	18.7	19.3	20.1	21.0	20.5	19.9	19.9	20.2	21.0	23.3	19.8	19.6	20.0	20.2	21.0
JUL	17.7	17.9	18.5	19.2	20.0	19.6	18.8	19.0	19.3	20.1	22.5	19.0	18.7	19.1	19.3	20.1
AGO	17.3	17.4	18.1	18.7	19.5	19.1	18.5	18.5	18.9	19.6	22.0	18.6	18.5	18.8	19.0	19.5
SEP	18.6	18.7	19.4	20.0	20.7	21.0	20.5	20.2	20.3	20.7	22.9	20.0	20.0	20.3	20.2	20.7
OCT	19.6	19.7	20.5	21.1	21.6	22.2	21.6	21.3	21.4	21.7	23.9	21.4	21.3	21.5	21.4	21.6
NOV	21.6	21.7	22.3	23.0	23.3	23.8	23.4	23.2	23.2	23.4	25.5	23.1	23.1	23.4	23.3	23.5
DIC	22.5	22.6	23.3	23.9	24.2	24.6	24.3	24.1	24.1	24.3	26.5	24.1	24.1	31.6	24.2	24.2



ANEXO N°- 03

FOTOGRAFIAS DE LAS UNIDADES DE SUELOS

PERFIL MODAL DE LA CONSOCIACIÓN SANTA ROSA (SR)



Fuente: propia – calicata C - 02

Plantación de *Prunus doméstica* “cirolero” en la consociacion Santa Rosa (SR).



Fuente: propia



Fuente: propia

PERFIL MODAL DE LA CONSOCIACIÓN POZAS (Pz)



Fuente: propia – calicata C - 07

Plantación de *Vitis Vinifera* “vid” en el módulo Germoplasma, en el área de influencia de la consociación Pozas (Pz),



Fuente: propia.



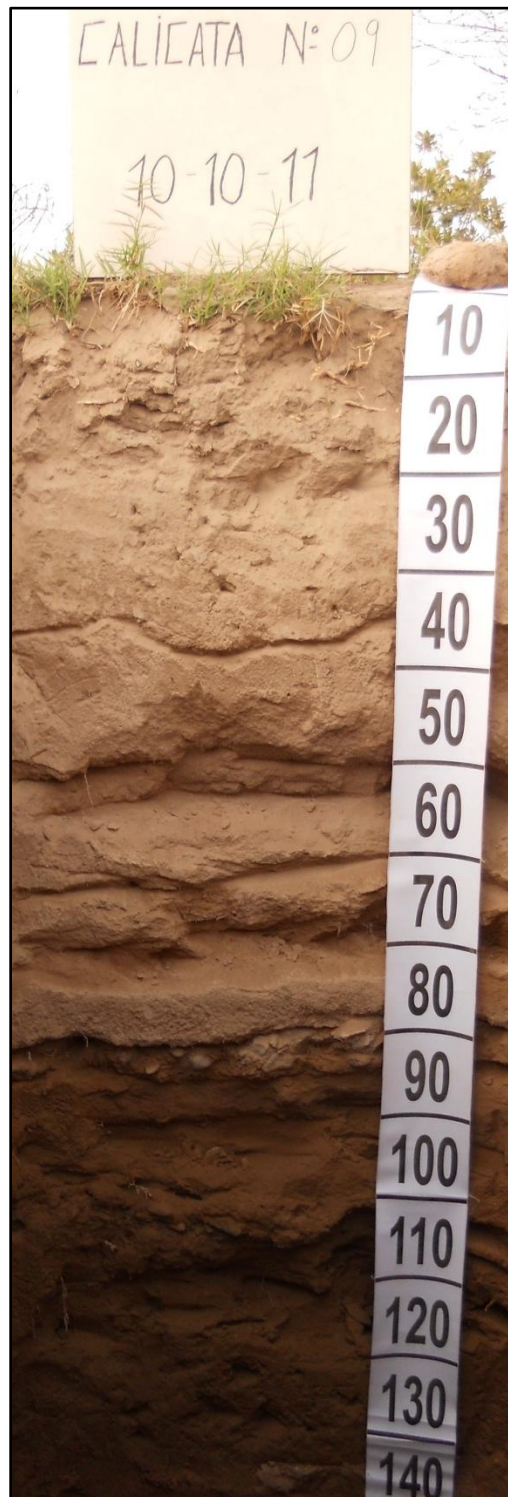
Fuente: propia – vista oeste módulo de vid tintas.

Plantación *Pyrus communis* “peral” en el módulo Peral Agricultura, que está dentro de la consociación Pozas (Pz).



Fuente: propia.

PERFIL MODAL DE LA CONSOCIACIÓN HUERTO MADRE (HM)



Fuente: propia - Calicata C-09

Plantación de *Pouteria lúcumo* “lúcumo” en el módulo Huerto Lúcumo.



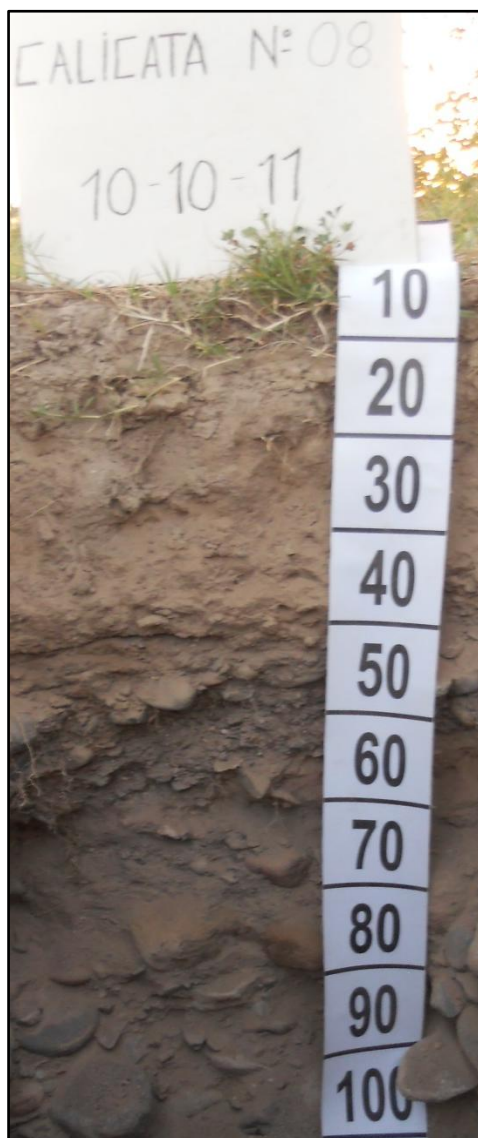
Fuente: propia.



Fuente: propia.

PERFILES MODALES DEL COMPLEJO CABERNET – CASCAJAL (Cb - Cj)

Suelo Cabernet (Cb)



Fuente: propia - calicata C 08 .

**Plantación de *Vitis Vinifera* vid var. Cabernet Sauvignon - patrón americano
ubicado dentro del Complejo Cabernet**

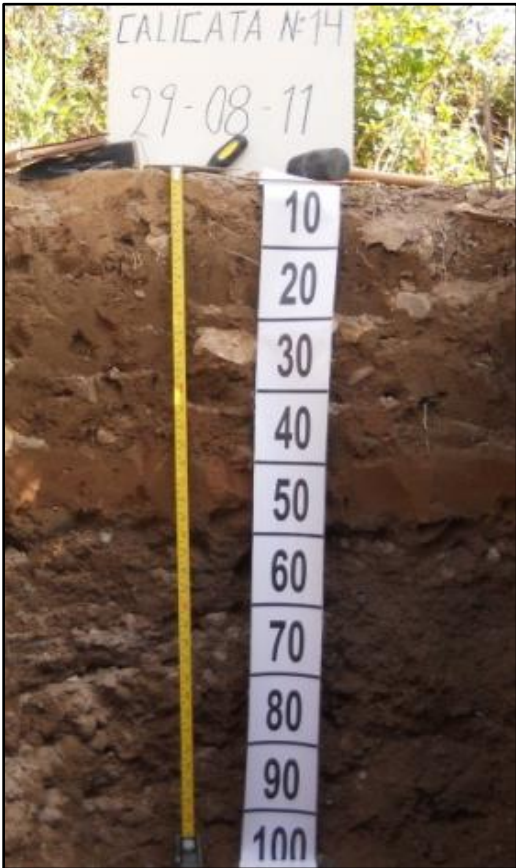


Fuente: propia



Fuente: propia – grama dulce dentro del área de influencia del suelo cabernet

Suelo Cascajal (Cj)



Fuente: propia – calicata C 14

Plantación de *Pyrus communis* “peral” en el módulo pera Cascajal, ubicado dentro del suelo Cascajal.



Fuente: propia



Fuente: propia

ANEXO N^o- 04

ESCALAS DE INTERPRETACIÓN DE DATOS DE CAMPO

PROFUNDIDAD EFECTIVA	
TÉRMINO DESCRIPTIVO	RANGO (cm)
Muy superficial	< de 25
Superficial	25 - 50
Moderadamente Profundo	50 - 100
profundo	100 - 150
Muy Profundo	> de 150

Fuente: Reglamento Clasificación de Tierras por CUM

PENDIENTE		
TÉRMINO DESCRIPTIVO	RANGO (%)	SÍMBOLO
Casi a nivel	0 - 2	A
Ligeramente inclinada	2 - 4	B
Moderadamente inclinada	4- 8	C
Fuertemente inclinada	8- 15	D
Moderadamente empinada	15 - 25	E
Empinada	25 - 50	F
Muy empinada	50 – 75	G
Extremadamente empinada	➤ 75	H

Fuente: Soil Survey Manual, 1993.

ESTRUCTURA

Tipo o Forma

- Granular
- Migajoso
- Bloques angulares
- Bloques subangulares
- Laminar
- Prismático
- Columnar

Grado

- 0 Sin estructura
- 1 Débil
- 2 Moderado
- 3 Fuerte
 - Sin estructura:
 - Grano simple

Tamaño	Diámetro esferoidal	Espesor Láminas	Diámetro Bloques	Altura Prismas
Muy fino	Menor de 1	Menor de 1	Menor de 5	Menor de 10
Fino	1 – 2	1 – 2	5 – 10	10 – 20
Medio	2 – 5	2 – 5	10 – 20	20 – 50
Grueso	5 - 10	5 – 10	20 – 50	50 – 100
Muy grueso	Mayor de 10	Mayor de 10	Mayor de 50	Mayor de 100

Fuente: Soil Survey Manual, 1993

Drenaje

- Muy pobre
- Pobre
- Imperfecto
- Moderado
- Bueno
- Algo excesivo

Fuente: Soil Survey Manual, 1993

CONSISTENCIA

En seco

- 0 Suelto
- 1 Suave
- 2 Ligeramente duro
- 3 Duro
- 4 Muy duro

En húmedo

- 0 Suelto
- 1 Muy friable
- 2 Friable
- 3 Firme
- 4 Muy firme

Mojado

Pegajosidad

- 0 No pegajoso
- 1 Ligeramente pegajoso
- 2 pegajoso

Plasticidad

- 0 No plástico
- 1 Ligeramente plástico
- 2 Plástico

LÍMITE Y CONTINUIDAD DE HORIZONTE

Límite de horizonte
1. Abrupto
2. Claro
3. Gradual
4. Difuso

Topografía
1. Suave
2. Ondulado
3. Irregular
4. Quebrado

Fuente: Soil Survey Manual, 1993

PERMEABILIDAD

Clase	Velocidad (cm.hr-)
Muy lenta	Menor de 0,125
Lenta	0,125 – 0,50
Moderadamente lenta	0,50 – 2,0
Moderada	2,00 – 6,25
Moderadamente rápida	5,0 – 12,5
Rápida	12,5 – 25,0
Muy rápida	Más de 25,0

Fuente: Soil Survey Manual, 1993

RAÍCES

Tamaño (Diámetro)
• Muy finas (< 1 mm)
• Finas (1 – 2 mm)
• Medias (2 – 5 mm)
• Gruesas (> 5 mm de)

Cantidad
• Muy poco
• Poco
• Común
• Frecuente
• Abundante

Fuente: Soil Survey Manual, 1993

CLASIFICACIÓN DE FRAGMENTOS DE ROCA (MODIFICADORES TEXTURALES)

Conocido como “pedregosidad superficial” o como “pedregosidad enterrada”.

FORMA	TAMAÑO (diámetro longitud)	TERMINOS DESCRIPTIVOS	
		sustantivo	adjetivo
Redondeada Subredondeada	2 – 75 mm	Grava	Gravoso
	2 a 5 mm	Grava fina	Gravoso fino
	5 a 20 mm	Grava media	Gravoso medio
	20 a 76 mm	Grava gruesa	Gravoso grueso
Angular	7,6 a 25 cm	guijarro	Guijarroso
Irregular	25 a 60 cm	piedra	Pedregoso
	➤ A 60 cm	Pedrejón	pedregonoso
Plana	0,2 a 15 cm	Placa	Placoso
	15 a 38 cm	laja	Lajoso
	38 a 60 cm	Piedra	Pedregoso
	➤ De 60 cm	Pedrejón	Pedregonoso

Fuente: USDA (United States Department of Agriculture) 1993

ANEXO N^o- 05

ESCALAS PARA INTERPRETACION DE RESULTADOS EN LOS ANALISIS DE SUELOS

Salinidad		TABLA DE INTERPRETACION			Relaciones Catiónicas			
Clasificación del Suelo	CE(es)	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Clasificación	K/Mg	Ca/Mg	
		%	ppm P	ppm K				
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal	0.2 - 0.3	5 - 9
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defic. Mg	>0.5	
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defic. K	<0.2	
*fuertemente salino	>8					*defic. Mg		>10
Reacción o pH		CLASES TEXTURALES			Distribución de Cationes %			
Clasificación del Suelo	pH	A	Fr.Ar.A	Fr.Ar.A	Ca ⁺²	=	60 - 75	
*fuertemente ácido	<5.5	A.Fr = arena franca	Fr.Ar = franco arcilloso	Fr.Ar = franco arcilloso	mg ⁺²	=	15 - 20	
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	Fr.A = franco arenoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	Fr.Ar.L = franco arcilloso limoso	K ⁺	=	3 - 7	
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr. = franco	Ar.A = arcilloso arenoso	Ar.A = arcilloso arenoso	Na ⁺	=	<15	
*neutro	6.6 - 7.0	Fr.L = franco limoso	Ar.L = arcilloso limoso	Ar.L = arcilloso limoso				
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	L = limoso	Ar. = arcilloso	Ar. = arcilloso				
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4							
*fuertemente alcalino	>8.5							

Fuente: Laboratorio análisis suelos (UNALM)

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	
Nivel	meq 100/g de suelo
Muy bajo	< de 5
Bajo	5 – 15
Medio	15 – 25
Alto	25 – 40
Muy alto	➤ de 40

Fuente: Manual de prácticas de edafología (UNALM)

PORCENTAJE DE SATURACION DE BASES	
Nivel	%
Bajo	< de 35
Medio	35 – 80
Alto	> de 80

Fuente: Manual de prácticas de edafología (UNALM)

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS SEGÚN SU CONTENIDO DE BORO	
NIVELES DE BORO	(B) asimilable mg/kg
Deficiente	< 0,50
Medio	0,50 – 1,00
Alto	1,00 – 2,00
Muy alto	➤ 2.00

Fuente: Liu Zheng et al (1989)

ANEXO N^o- 06

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANÁLISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla; método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 ó en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono Orgánico con dicromato de potasio. %M.O.=%Cx1.724.
6. Nitrógeno total: método del micro-Kjeldahl.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃ - COOCH₃)N; pH 7.0
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiables: reemplazamiento con acetato de amonio

(CH₃ - COONH₄)N; pH 7.0 cuantificación por fotometría de llama y/o absorción atómica.

11. Al³⁺+ H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N

12. Iones solubles:

- a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
- b) Cl⁻, Co₃⁼, HCO₃⁼, NO₃⁼ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄⁼ turbidimetría con cloruro de Bario.
- c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
- d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

1 ppm=1 mg/kilogramo

1 millimho (mmho/cm) = 1 deciSiemens/metro

1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+)/kg

Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes

CE (1 : 1) mmho/cm x 2 = CE(es) mmho/cm

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas y fertilizantes – Universidad Nacional Agraria la Molina.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : DAVID JUAN LIMACHE ORTIZ

Departamento : TACNA
 Distrito : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA
 Referencia : H.R. 33356-123C-11

Provincia : TACNA
 Predio : FUNDO LA AGRONOMICA
 Fecha : 28-11-11

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables meq/100g					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
14261	S-02 (1)	7.74	3.38	0.60	0.34	4.0	632	66	28	6	Fr.A.	7.68	4.76	1.31	0.98	0.63	0.00	7.68	7.68	100
14262	S-02 (2)	7.88	0.57	0.00	0.20	2.6	276	66	24	10	Fr.A.	10.72	7.29	1.31	0.37	0.55	0.00	9.52	9.52	89
14263	S-02 (3)	7.45	2.73	0.30	0.14	2.8	467	72	22	6	Fr.A.	9.12	5.64	1.84	0.76	0.87	0.00	9.12	9.12	100
14264	S-07 (1)	7.78	2.74	0.50	0.27	10.6	684	66	28	6	Fr.A.	9.60	5.74	1.86	1.49	0.51	0.00	9.60	9.60	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr. Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab	Número de Muestra Claves	B Soluble ppm
-----	-----------------------------	---------------------

14261	S-02 (1)	4.12
14262	S-02 (2)	0.85
14263	S-02 (3)	5.72
14264	S-07 (1)	1.46



Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : DAVID JUAN LIMACHE ORTIZ

Departamento : TACNA
 Distrito : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA
 Referencia : H.R. 33356-123C-11

Provincia : TACNA
 Predio : FUNDO LA AGRONOMICA
 Fecha : 28-11-11

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma do Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
14265	S-07 (2)	7.91	0.40	0.50	0.14	2.4	378	74	22	4	A.Fr.	7.52	4.81	1.63	0.66	0.43	0.00	7.52	7.52	100
14266	S-07 (3)	7.83	0.46	0.00	0.14	2.8	512	58	28	14	Fr.A.	8.80	5.78	1.98	0.58	0.46	0.00	8.80	8.80	100
14267	S-07 (4)	7.98	0.25	0.00	0.07	2.0	321	74	18	8	Fr.A.	7.68	4.72	1.96	0.59	0.42	0.00	7.68	7.68	100
14268	S-08 (2)	7.58	0.16	0.00	0.05	2.4	160	90	8	2	A.	4.32	2.83	0.91	0.25	0.32	0.00	4.32	4.32	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab	Número de Muestra Claves	B Soluble ppm
14265	S-07 (2)	0.52
14266	S-07 (3)	0.81
14267	S-07 (4)	0.62
14268	S-08 (2)	0.27



Braulio La Torre Martínez
 Ing. Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

DE : LAB. SUELO AGRARIA

N.O. DE TEL : 3495622

01 DIC. 2011 03:48PM P



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : DAVID JUAN LIMACHE ORTIZ

Provincia : TACNA
 Predio : FUNDO LA AGRONOMICA
 Fecha : 10-11-11

Departamento : TACNA
 Distrito : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA
 Referencia : H.R. 33131-116C-11

Número de Muestra		pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
Lab	Claves							Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
13069	S-08 (1)	7.62	0.37	0.30	0.75	7.7	448	65	24	11	Fr.A.	11.20	8.05	2.01	0.89	0.25	0.00	11.20	11.20	100
13070	S-09 (1)	7.34	3.78	0.00	0.82	5.1	622	61	30	9	Fr.A.	12.80	8.22	2.39	1.37	0.81	0.00	12.80	12.80	100
13071	S-09 (2)	7.12	0.57	0.00	0.05	9.4	226	99	0	1	A.	4.48	2.91	0.76	0.46	0.21	0.00	4.34	4.34	97

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Número de Muestra		B
Lab	Claves	Soluble ppm
13069	S-08 (1)	0.92
13070	S-09 (1)	4.43
13071	S-09 (2)	1.26



Ing. Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

licitante : DAVID JUAN LIMACHE ORTIZ

Departamento : TACNA
 Hito : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA
 Referencia : H.R. 33131-116C-11

Provincia : TACNA
 Predio : FUNDO LA AGRONOMICA
 Fecha : 10-11-11

ab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dSm	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
072	S-09 (3)	7.41	0.96	0.00	0.10	2.3	316	79	16	5	A.Fr.	8.80	6.09	1.52	0.70	0.43	0.00	8.74	8.74	99
073	S-09 (4)	7.86	0.75	0.00	0.10	1.5	292	73	22	5	Fr.A.	8.80	6.11	1.56	0.70	0.44	0.00	8.80	8.80	100

Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso,
 Fr.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

ab	Número de Muestra Claves	B Soluble ppm
072	S-09 (3)	1.67
073	S-09 (4)	1.31



Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION

Solicitante : DAVID JUAN LIMACHE ORTIZ

Departamento : TACNA
 Distrito : GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA
 Referencia : H.R. 33356-123C-11

Provincia : TACNA
 Predio : FUNDO LA AGRONOMICA
 Fecha : 28-11-11

Lab	Número de Muestra Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sal. De Bases
								Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
								%	%	%			meq/100g							
14269	S-14 (1)	7.86	3.22	0.50	0.38	3.7	496	72	24	4	Fr.A.	7.36	3.95	1.81	0.88	0.71	0.00	7.36	7.36	100
14270	S-14 (2)	8.18	1.31	0.40	0.05	2.0	244	96	4	0	A.	4.00	2.33	0.78	0.34	0.55	0.00	4.00	4.00	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ; Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

Lab	Número de Muestra Claves	B
		Soluble ppm
14269	S-14 (1)	2.47
14270	S-14 (2)	1.07



Braulio La Torre Martínez
 Braulio La Torre Martínez
 Jefe del Laboratorio

CAPÍTULO 3

Horizontes y Características de Diagnóstico para las Categorías Superiores

En este capítulo se definen los horizontes y las características de los suelos minerales y de los suelos orgánicos. Está dividido en tres partes: horizontes y características de diagnóstico para suelos minerales, características de diagnóstico para suelos orgánicos y horizontes y características de diagnóstico para ambos tipos de suelos.

Los horizontes y características definidas más adelante no están en formato de clave. Algunos horizontes de diagnóstico son exclusivos y otros no. Por ejemplo, un epipedón umbrico, nunca podrá ser un epipedón mólico, pero un horizonte kándico con revestimientos arcillosos, podrá satisfacer la definición de un horizonte argílico.

Horizontes y Características de Diagnóstico para Suelos Minerales

Los criterios para algunos de los siguientes horizontes y características, tales como los epipedones hístico y folístico, pueden cumplir con los requisitos de los suelos orgánicos. Sin embargo, son de diagnóstico sólo para suelos minerales.

Horizontes Superficiales de Diagnóstico: El Epipedón

El epipedón (*Gr. epi, sobre y pedón, suelo*) es un horizonte que se forma en o cerca de la superficie del suelo y en el cual, la mayor parte de la estructura de la roca ha sido destruida. Está oscurecido por la materia orgánica o muestra evidencias de eluviación o ambas. El término estructura de roca, como se usa aquí y en otros lugares de la taxonomía, incluye a la estratificación fina (menor de 5 mm) de sedimentos no consolidados (eólicos, aluviales, lacustres o marinos) y a la saprolita que se deriva de roca consolidada, en donde los minerales no intemperizados conservan su posición relativa.

Cualquier horizonte puede estar en la superficie de un suelo truncado. Sin embargo, la siguiente sección, está relacionada con ocho horizontes de diagnóstico que se han formado en o cerca de la superficie del suelo. Estos horizontes pueden estar cubiertos por un manto superficial de material nuevo de suelo. Si el manto superficial presenta estructura de roca, la parte superior del epipedón se considera como la superficie del suelo a menos que el manto cumpla con la definición de suelos enterrados dada en el capítulo 1. Si el suelo incluye a un suelo enterrado, el epipedón, si existe, está en la superficie del suelo y el epipedón del suelo enterrado es considerado como un epipedón enterrado y no se considera en la selección de la taxa, a menos que las claves indiquen en forma específica sobre horizontes enterrados, tal como sucede con los subgrupos Thapto-Hístico. Un suelo con un manto lo bastante grueso para presentar un suelo enterrado

no tiene epipedón si el suelo tiene estructura de roca en la superficie o tiene un horizonte Ap de menos de 25 cm de espesor que está subyaciendo a un material de suelo con estructura de roca. El epipedón melánico (definido posteriormente) es único entre los epipedones; se forma comúnmente en depósitos volcánicos y puede recibir aportes continuos de ceniza. Por lo tanto, está permitido que este horizonte tenga capas dentro y sobre el epipedón que no sean parte del epipedón melánico.

Un depósito aluvial o eólico reciente que conserva sus estratificaciones (de 5 mm o menos de espesor) o un horizonte Ap que se presenta directamente sobre ese material estratificado no se incluye dentro del concepto de epipedón, porque el tiempo no ha sido suficiente para que los procesos de formación de suelos borren esas marcas transitorias de los depósitos y para que las propiedades de diagnóstico y accesorias se desarrollen.

Un epipedón no es lo mismo que un horizonte A; puede incluir parte o todo el horizonte B iluvial, si el oscurecimiento por materia orgánica se extiende desde la superficie del suelo hasta dentro o a través de todo el horizonte B.

Epipedón Antrópico

Características Requeridas

El epipedón antrópico consiste de material de suelo mineral que muestra algunas evidencias de alteración por actividad humana. Después de mezclar los 18 cm superiores del suelo mineral o de todo el suelo mineral si su profundidad, a un contacto dénsico, lítico o paralítico o a un horizonte petrocálcico o a un duripán (todos definidos posteriormente) es menor de 18 cm, el epipedón antrópico tiene las siguientes propiedades:

1. Cuando está seco, *una u otra o ambas*:
 - a. Unidades estructurales con un diámetro de 30 cm o menos o estructura secundaria con un diámetro de 30 cm o menos; *o*
 - b. Una clase de resistencia a la ruptura suelta o moderadamente dura; *y*
2. Estructura de roca, incluyendo estratificaciones finas (menores de 5 mm), en menos de la mitad del volumen en todas partes; *y*
3. *Una* de las siguientes:
 - a. *Ambas* de las siguientes:
 - (1) Colores dominantes con un value de 3 o menos, en húmedo, y de 5 o menos en seco; *y*
 - (2) Colores dominantes con un chroma de 3 o menos, en húmedo; *o*

- b. Una fracción de tierra-fina que contiene carbonato de calcio equivalente de 15 a 40 por ciento y colores con un value y un chroma de 3 o menos en húmedo; *o*
- c. Una fracción de tierra-fina que contiene carbonato de calcio equivalente de 40 por ciento o más y un color del value en húmedo, de 5 o menos; *y*
4. Un contenido de carbono-orgánico de:
- a. 2.5 por ciento o más, si el epipedón tiene un color del value, en húmedo, de 4 ó 5; *o*
- b. 0.6 por ciento o más (absoluto) que en el horizonte C (si está presente), si el epipedón antrópico tiene un color del value menor que 1 unidad Munsell más baja o un chroma con 2 unidades más bajas (ambas en húmedo y en seco) que el horizonte C; *o*
- c. 0.6 por ciento o más y el epipedón no satisface los requisitos de 4-a y 4-b anteriores; *y*
5. El espesor mínimo del epipedón es como sigue:
- a. 25 cm si:
- (1) La textura del epipedón es arena francosa fina o más gruesa en todo su espesor; *o*
- (2) No existen horizontes de diagnóstico subyacentes (definidos posteriormente), y el contenido de carbono-orgánico de los materiales subyacentes disminuye irregularmente con el incremento de la profundidad; *o*
- (3) *Ambos* de los siguientes están 75 cm o más abajo de la superficie del suelo mineral:
- (a) El límite inferior de cualquiera de los siguientes horizontes que este más profundo: argílico, cámbico, nátrico, óxico o espódico (definidos posteriormente); *y*
- (b) El límite superior de cualquiera de los siguientes horizontes que este más somero: cálcico, petrocálcico, duripán, fragipán o carbonatos secundarios identificables; *o*
- b. 10 cm, si el epipedón es más fino que la arena francosa fina (cuando mezclado) y está directamente encima de un contacto denso, lítico o paralítico o un duripán; *o*
- c. 18 a 25 cm y el espesor es un tercio o más del espesor total entre la superficie del suelo; *y*
- (1) El límite superior del más somero de cualquiera de los siguientes: carbonatos de calcio secundarios identificables, horizonte cálcico, horizonte petrocálcico, duripán o fragipán; *o*
- (2) El límite inferior de cualquiera de los siguientes horizontes que este más profundo: argílico, cámbico, nátrico, óxico o espódico; *o*
- d. 18 cm, si ninguna de las condiciones anteriores es aplicable.
6. *Una o ambas* de las siguientes:
- a. Tienen un contenido de fosfato de 1500 o más miligramos por kilogramo extraído con ácido cítrico; *y*
- (1) El contenido de fósforo disminuye regularmente con el incremento de la profundidad abajo del epipedón; *y*
- (2) El fósforo no está en forma de nódulos; *o*
- b. Todas las partes del epipedón están húmedas por menos de 90 días (acumulativos) en años normales durante el tiempo en el que la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es de 5 °C ó más alta, si el suelo no está irrigado; *y*
7. El valor de *n* (definido posteriormente) es menor de 0.7.

Epipedón Folístico

Características Requeridas

El epipedón folístico se define como una capa (uno o más horizontes) que está saturada por menos de 30 días (acumulativos) en años normales (y no está drenado artificialmente) y *ya sea que*:

- Consiste de material de suelo orgánico que:
 - Tiene un espesor de 20 cm o más y contiene 75 por ciento o más (por volumen) de fibras de *Sphagnum* o presenta una densidad aparente, en húmedo, de menos de 0.1; *o*
 - Tiene un espesor de 15 cm o más; *o*
- Es un horizonte Ap, que después de mezclado a una profundidad de 25 cm, tiene un contenido de carbono-orgánico (por peso) de:
 - 16 por ciento o más si la fracción mineral contiene 60 por ciento o más de arcilla; *o*
 - 8 por ciento o más, si la fracción mineral no contiene arcilla; *o*
 - $8 + (\text{porcentaje de arcilla dividido por } 7.5)$ por ciento o más, si la fracción mineral contiene menos de 60 por ciento de arcilla.

La mayoría de los epipedones folísticos consisten de material orgánico de suelo (definido en el capítulo 2). El punto 2 establece que el epipedón folístico es un horizonte Ap formado por materiales minerales de suelo.

Epipedón Hístico

Características Requeridas

El epipedón hístico es una capa (uno o más horizontes) que se caracteriza por saturación (por 30 días o más, acumulativos) y reducción por algún tiempo durante años normales (o está drenado artificialmente) y *ya sea que*:

- Consiste de material de suelo orgánico que:
 - Tiene un espesor de 20 a 60 cm y *ya sea que* contiene 75 por ciento o más (por volumen) de fibras de

Sphagnum o presente una densidad aparente, en húmedo, de menos de 0.1; *o*

b. Tiene un espesor de 20 a 40 cm; *o*

2. Es un horizonte Ap, que después de mezclado a una profundidad de 25 cm, tiene un contenido de carbono-orgánico (por peso) de:

a. 16 por ciento o más, si la fracción mineral contiene 60 por ciento o más de arcilla; *o*

b. 8 por ciento o más, si la fracción mineral no contiene arcilla; *o*

c. $8 +$ (porcentaje de arcilla dividido por 7.5) por ciento o más, si la fracción mineral contiene menos de 60 por ciento de arcilla.

La mayoría de los epipedones histicos consisten de material orgánico de suelo (definido en el capítulo 2). El punto 2 establece que el epipedón histico es un horizonte Ap que consiste de material mineral de suelo. Un epipedón histico que consiste de material mineral de suelo también puede ser parte de un epipedón úmbrico o de un mólico.

Epipedón Melánico

Características Requeridas

El epipedón melánico tiene *ambas* de las siguientes:

1. Un límite superior a, *o* dentro de los 30 cm, ya sea desde la superficie del suelo mineral o del límite superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo (definidas posteriormente), cualquiera que sea más somera; *y*

2. En capas con un espesor acumulativo de 30 cm o más dentro de un espesor total de 40 cm, *total* las siguientes:

a. Propiedades ándicas de suelo en todo su espesor; *y*

b. Un color del value, en húmedo, y un chroma (designaciones Munsell) de 2 o menos en todo su espesor y un índice melánico de 1.70 o menos en todo su espesor; *y*

c. 6 por ciento o más de carbono-orgánico como promedio ponderado y 4 por ciento o más en todas las capas.

Epipedón Mólico

Características Requeridas

El epipedón mólico consiste de materiales minerales de suelo mezclados en los 18 cm superiores del suelo mineral o de todo su espesor si su profundidad, a un contacto denso, lítico o paralítico o a un horizonte petrocálcico o a un duripán (todos definidos posteriormente), es menor de 18 cm. El epipedón mólico tiene las siguientes propiedades:

1. Cuando está seco, *una u otra o ambas*:

a. Unidades estructurales con un diámetro de 30 cm o menos o una estructura secundaria con un diámetro de 30 cm o menos; *o*

b. Una clase de resistencia a la ruptura de suave a moderadamente dura; *y*

2. Estructura de roca, incluyendo estratificaciones finas (menores de 5 mm), en menos de la mitad del volumen en todas partes; *y*

3. *Una* de las siguientes:

a. *Ambas* de las siguientes:

(1) Colores dominantes con un value de 3 o menos, en húmedo, y de 5 o menos, en seco; *y*

(2) Colores dominantes con un chroma de 3 o menos, en húmedo; *o*

b. Una fracción de tierra-fina que tiene carbonato de calcio equivalente de 15 a 40 por ciento y colores con un value y un chroma de 3 o menos, en húmedo; *o*

c. Una fracción de tierra-fina que tiene carbonato de calcio equivalente de 40 por ciento o más y un color del value, en húmedo, de 5 o menos; *y*

4. Una saturación de bases (por NH_4OAc) de 50 por ciento o más en todo su espesor; *y*

5. Un contenido de carbono-orgánico de:

a. 2.5 por ciento o más, si el epipedón tiene un color del value, en húmedo, de 4 ó 5; *o*

b. 0.6 por ciento o más (absoluto) que en el horizonte C (si está presente), si el epipedón mólico tiene un color del value menor que 1 unidad Munsell o un chroma con 2 unidades más bajas (ambas en húmedo y en seco) que el horizonte C; *o*

c. 0.6 por ciento o más y el epipedón no satisface los requisitos de 5-a y 5-b anteriores; *y*

6. El espesor mínimo del epipedón es como sigue:

a. 25 cm si:

(1) La textura del epipedón es arena francosa fina o más gruesa en todo su espesor; *o*

(2) No existen horizontes de diagnóstico subyacentes (definidos posteriormente), y el contenido de carbono-orgánico de los materiales subyacentes decrece irregularmente con el incremento de la profundidad; *o*

(3) *Ambas* de los siguientes están a 75 cm o más abajo de la superficie del suelo mineral:

(a) El límite inferior de cualquiera de los siguientes horizontes que esté más profundo: argílico, cámbico, nátrico, óxico o espódico (definidos posteriormente); *y*

- (b) El límite superior de cualquiera de los siguientes que esté más somero: horizonte petrocálcico, duripán, fragipán o carbonatos secundarios identificables; o
- b. 10 cm, si el epipedón es más fino que la arena francosa fina (cuando mezclado) y está directamente encima de un contacto denso, lítico o paralítico, un horizonte petrocálcico o un duripán; o
- c. 18 a 25 cm y el espesor es un tercio o más del espesor total entre la superficie del suelo; y
- (1) El límite superior del más somero de cualquiera de los siguientes: carbonatos de calcio secundarios identificables, horizonte cálcico, horizonte petrocálcico, duripán o fragipán; o
- (2) El límite inferior de cualquiera de los siguientes horizontes que este más profundo: argílico, cámbico, nátrico, óxico o espódico, o
- d. 18 cm, si ninguna de las condiciones anteriores es aplicable; y
7. Fosfatos:
- a. Un contenido menor de 1500 miligramos por kilogramo extraído con ácido cítrico; o
- b. El contenido decrece irregularmente con el incremento de la profundidad abajo del epipedón; o
- c. Está en forma de nódulos dentro del epipedón; y
8. Alguna parte el epipedón está húmeda por 90 días o más (acumulativos) en años normales durante el tiempo cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm, es de 5 °C ó más alta, si el suelo no está irrigado; y
9. El valor de n (definido posteriormente) es menor de 0.7.

Epipedón Ócrico

El epipedón ócrico no cumple con las definiciones de cualquiera de los otros siete epipedones, debido a que es muy delgado o muy seco, tiene colores del value o del chroma muy altos, contiene muy poco carbono-orgánico, tiene valores de n o del índice melánico muy altos o es masivo y duro o durísimo cuando seco. Muchos epipedones ócricos tienen un color del value en la escala de Munsell de 4 o más, en húmedo, y de 6 o más, en seco, o un chroma de 4 o más, o están incluidos en un horizonte A o un Ap con los colores bajos tanto para el value como para el chroma pero es muy delgado para poder reconocerlo como un epipedón mólico o úmbrico (y tiene menos de 15 por ciento de carbonato de calcio equivalente en la fracción de tierra - fina). Los epipedones ócricos también incluyen a horizontes de materiales orgánicos que son muy delgados para cumplir con los requisitos de un epipedón folístico o hístico.

El epipedón ócrico incluye horizontes eluviales que están en o cerca de la superficie del suelo y se extiende hacia el

posteriormente como horizonte argílico, kándico, nátrico o espódico). Si el horizonte subyacente es un horizonte B de alteración (definido posteriormente como un horizonte cámbico u óxico) y no existe un horizonte superficial que este oscurecido apreciablemente por el humus, el límite inferior del epipedón ócrico, es el límite inferior de la capa arable o a una profundidad equivalente (18 cm) en un suelo que no haya sido arado. Actualmente, el mismo horizonte en un suelo que no ha sido arado, puede ser parte tanto de un epipedón ócrico como de un horizonte cámbico; el epipedón ócrico y el horizonte de diagnóstico subsuperficial no son del todo mutuamente excluyentes. El epipedón ócrico no presenta una estructura de roca y no incluye sedimentos recientes finamente estratificados ni puede ser un horizonte Ap que esté directamente encima de tales depósitos.

Epipedón Plaggen

El epipedón plaggen es una capa superficial hecha por el hombre de 50 cm o más de espesor que se ha originado por estercolamientos prolongados y continuos.

Un epipedón plaggen, se puede identificar de varias formas. Es común que contenga artefactos, tales como pedazos de ladrillo o vasijas en todo su espesor. También puede tener trozos de diversos materiales como arena negra o arena gris clara, tan grandes como el tamaño que sostiene una pala. El epipedón plaggen muestra normalmente marcas de pala en toda su profundidad y también conserva capas de arena estratificada, que probablemente se produjeron en la superficie del suelo por el golpeteo de las lluvias y posteriormente fueron enterradas con la pala. La delimitación de una unidad de mapeo de suelos con epipedones plaggen puede tener cuerpos rectangulares con lados de formas rectas y estar más elevada que los suelos adyacentes por el mayor espesor del epipedón plaggen.

Características Requeridas

El epipedón plaggen consiste de materiales minerales de suelo y presenta las siguientes:

1. Superficies de tierras localmente elevadas; y una o ambas de las siguientes:
 - a. Artefactos; o
 - b. Marcas de pala por debajo de una profundidad de 30 cm; y
2. Colores del value de 4 o menos, en húmedo, de 5 o menos, en seco, y un chroma, de 2 o menos; y
3. Un contenido de carbono-orgánico de 0.6 por ciento o más; y
4. Un espesor de 50 cm o más; y
5. Alguna parte del epipedón está húmeda por 90 días o más (acumulativos) en años normales durante el tiempo cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm,

Epipedón Úmbrico

Características Requeridas

El epipedón úmbrico consiste de materiales minerales de suelo y mezclados en los 18 cm superiores del suelo mineral o en todo su espesor si su profundidad, a un contacto denso, lítico o paralítico o a un horizonte petrocálcico o a un duripán (todos definidos posteriormente), es menor de 18 cm. El epipedón úmbrico tiene las siguientes propiedades:

1. Cuando está seco, *una u otra o ambas*:
 - a. Unidades estructurales con un diámetro de 30 cm o menos o una estructura secundaria con un diámetro de 30 cm o menos; o
 - b. Una clase de resistencia a la ruptura de suave o moderadamente dura; y
2. Estructura de roca, incluyendo estratificaciones finas (menores de 5 mm), en menos de la mitad del volumen en todas partes; y
3. *Ambas* de las siguientes:
 - a. Colores dominantes con un value de 3 o menos, en húmedo, y de 5 o menos, en seco; y
 - b. Colores dominantes con un chroma de 3 o menos, en húmedo; o
4. Una saturación de bases (por NH_4OAc) menor de 50 por ciento en todo su espesor; y
5. Un contenido de carbono-orgánico de:
 - a. 0.6 por ciento o más (absoluto) que en el horizonte C (si está presente), si el epipedón úmbrico tiene un color del value menor que 1 unidad Munsell o un chroma con 2 unidades más bajas (ambas en húmedo y en seco) que el horizonte C; o
 - b. 0.6 por ciento o más y el epipedón no satisface los requisitos de 5-a; y
6. El espesor mínimo del epipedón es como sigue:
 - a. 25 cm, si:
 - (1) La textura del epipedón es arena francosa fina o más gruesa en todo su espesor; o
 - (2) No existen horizontes de diagnóstico subyacentes (definidos posteriormente) y el contenido de carbono-orgánico de los materiales subyacentes decrece irregularmente con el incremento de la profundidad; o
 - (3) *Ambos* de los siguientes están a 75 cm o más abajo de la superficie del suelo mineral:
 - (a) El límite inferior de cualquiera de los siguientes horizontes que este más profundo: argílico, cámbico, nátrico, óxico o espódico (definidos posteriormente); y

(b) El límite superior de cualquiera de los siguientes que este más somero: horizonte petrocálcico, duripán, fragipán o carbonatos secundarios identificables; o

b. 10 cm, si el epipedón es más fino que la arena francosa fina (cuando mezclado) y está directamente encima de un contacto denso, lítico o paralítico, un horizonte petrocálcico o un duripán; o

c. 18 a 25 cm y el espesor es un tercio o más del espesor total entre la superficie del suelo y:

(1) El límite superior del más somero de cualquiera de los siguientes: carbonatos de calcio secundarios identificables, horizonte cálcico, horizonte petrocálcico, duripán o fragipán; o

(2) El límite inferior de cualquiera de los siguientes horizontes que este más profundo: argílico, cámbico, nátrico, óxico o espódico; o

d. 18 cm, si ninguna de las condiciones anteriores es aplicable; y

7. Fosfatos:

a. Con un contenido menor de 1500 miligramos por kilogramo extraído con ácido cítrico; o

b. Su contenido decrece irregularmente con el incremento de la profundidad abajo del epipedón; o

c. Está en forma de nódulos dentro del epipedón; y

8. En alguna parte el epipedón está húmedo por 90 días o más (acumulativos) en años normales durante el tiempo cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm, es de 5 °C o más alta, si el suelo no está irrigado; y

9. El valor de n (definido posteriormente) es menor de 0.7; y

10. El epipedón úmbrico no presenta artefactos, ni marcas de pala, ni superficies elevadas que son característicos de un epipedón plaggen.

Horizontes de Diagnóstico Subsuperficiales

Los horizontes descritos en esta sección se forman debajo de la superficie del suelo, aunque en algunas áreas se forman directamente abajo de una capa de hojarasca. También pueden estar expuestos en la superficie por truncación del suelo. Algunos de esos horizontes son considerados como horizontes B; otros, se pueden o no considerarse, como horizontes B y otros más, como parte del horizonte A.

Horizonte Ágrico

El horizonte ágrico es un horizonte iluvial que se ha formado bajo cultivo y contiene cantidades significativas de limo, arcilla y humus iluvial.

Características Requeridas

El horizonte ágrico está directamente abajo del horizonte Ap y tiene las siguientes propiedades:

1. Un espesor de 10 cm o más y *ya sea*:
 - a. 5 por ciento o más (por volumen) de canales de lombrices, incluyendo revestimientos con un espesor de 2 mm o más y un *value*, en húmedo, de 4 o menos y un *chroma* de 2 o menos; *o*
 - b. 5 por ciento o más (por volumen) de lamelas que tienen un espesor de 5 mm o más y un *value*, en húmedo, de 4 o menos y un *chroma* de 2 o menos.

Horizonte Álbico

El horizonte álbico es un horizonte eluvial de 1.0 cm o más de espesor, que contiene 85 por ciento o más (por volumen) de materiales álbicos (definidos posteriormente). En general, ocurre debajo de un horizonte A, pero puede estar en la superficie de un suelo mineral. Por lo general, abajo del horizonte álbico existe un horizonte argílico, cámbico, kándico, nátrico o espódico o un fragipán (definidos posteriormente). El horizonte álbico puede yacer entre un horizonte espódico y un fragipán o un horizonte argílico, o puede estar entre un horizonte argílico o un horizonte kándico y un fragipán. Puede estar entre un epipedón mólico y un horizonte argílico o nátrico o entre un horizonte cámbico y un horizonte argílico, kándico o nátrico o un fragipán. El horizonte álbico puede separar horizontes, los cuales si estuvieran juntos, podrían reunir los requisitos para un epipedón mólico; o separar lamelas que en su conjunto pudieran satisfacer los requisitos de un horizonte argílico. Las lamelas no se consideran como parte del horizonte álbico.

Horizonte Argílico

Un horizonte argílico normalmente es un horizonte subsuperficial con un porcentaje mayor de arcillas filosilicatadas que el material de suelo subyacente. Muestra evidencias de iluviación de arcilla. El horizonte argílico se forma debajo de la superficie del suelo, pero puede estar expuesto en la superficie por erosión.

Características Requeridas

1. Todos los horizontes argílicos deben cumplir *ambos* requisitos siguientes:
 - a. *Uno* de los siguientes:
 - (1) Si el horizonte argílico es francoso-grueso, francoso-fino, limoso-grueso, limoso-fino, fino o muy fino o es francoso o arcilloso, incluyendo su contraparte esquelético, deberá tener por lo menos 7.5 cm de espesor o al menos un décimo del espesor de la suma de los espesores de todos los horizontes suprayacentes, cualquiera que sea más grande; *o*
 - (2) Si el horizonte argílico es arenoso o esquelético-

(3) Si el horizonte argílico está compuesto en su totalidad por lamelas, el espesor combinado de ellas, cada una con un espesor de 0.5 cm o más, deberá ser de 15 cm o más; *y*

b. Evidencias de iluviación de arcilla en al menos *una* de las siguientes formas:

- (1) Arcilla orientada uniendo granos de arenas; *o*
- (2) Películas de arcilla revistiendo poros; *o*
- (3) Películas de arcilla sobre la superficie de los agregados, tanto en forma horizontal como vertical; *o*
- (4) Secciones delgadas con cuerpos de arcilla orientada que constituyen más de 1 por ciento de la sección; *o*

(5) Si el coeficiente de extensibilidad lineal es 0.04 o más alto y el suelo tiene estaciones húmedas y secas contrastantes, entonces la relación arcilla fina con la arcilla total en el horizonte iluvial es 1.2 veces o más alta que la relación en el horizonte eluvial; *y*

2. Si se conserva el horizonte eluvial y no existe una discontinuidad litológica entre él y el horizonte iluvial y no hay una capa arable directamente encima de la capa iluvial, entonces, el horizonte iluvial deberá contener más arcilla total que el horizonte eluvial dentro de una distancia vertical de 30 cm o menos como sigue:

- a. Si en cualquier parte del horizonte eluvial tiene menos de 15 por ciento de arcilla en la fracción de tierra-fina, el horizonte argílico deberá contener al menos 3 por ciento (absoluto) más arcilla (por ejemplo: 10 por ciento contra 13 por ciento); *o*
- b. Si el horizonte eluvial tiene de 15 a 40 por ciento de arcilla total en la fracción de tierra-fina, el horizonte argílico deberá tener al menos 1.2 veces más arcilla que el horizonte eluvial; *o*
- c. Si el horizonte eluvial tiene 40 por ciento o más de arcilla total en la fracción de tierra-fina, el horizonte argílico deberá contener al menos 8 por ciento (absoluto) más arcilla (por ejemplo: 42 por ciento contra 50 por ciento).

Horizonte Cálcico

El horizonte cálcico es un horizonte iluvial en el cual el carbonato de calcio secundario u otros carbonatos se han acumulado en cantidades significativas.

Características Requeridas

El horizonte cálcico:

1. Tiene 15 cm o más de espesor; *y*
2. Tiene *una o más* de las siguientes:
 - a. 15 por ciento o más (por peso) de CaCO₃ equivalente (ver abajo) y 5 por ciento o más (absoluto),

- b. 15 por ciento o más (por peso) de CaCO_3 equivalente y 5 por ciento o más (por volumen), de carbonatos secundarios identificables; o
 - c. 5 por ciento o más (por peso) de carbonato de calcio equivalente y tienen:
 - (1) Menos de 18 por ciento de arcilla en la fracción de tierra-fina; y
 - (2) Una clase de tamaño de partícula arenosa, esquelética-arenosa, francosa-gruesa o esquelética-francosa; y
 - (3) 5 por ciento o más (por volumen) de carbonatos secundarios identificables o 5 por ciento o más (absoluto) de carbonato de calcio equivalente (por peso) más alto que un horizonte subyacente; y
3. No está cementado o endurecido en ninguna parte por carbonato, u otros agentes cementantes, o está cementado en alguna parte y la parte cementada satisface *una* de las siguientes:
- a. Se caracteriza por muchas discontinuidades laterales donde las raíces pueden penetrar a través de las zonas no cementadas o a lo largo de fracturas verticales con un espaciamiento horizontal de menos de 10 cm; o
 - b. La capa cementada es menor de 1 cm de espesor y consiste de un casquete laminar que le subyace un contacto lítico o paralítico; o
 - c. La capa cementada es menor de 10 cm de espesor.
- (b) Un value de 4 o más y un chroma de 1 o menos; o
 - (c) Cualquier value y un chroma de 2 o menos y concentraciones redox; o
- b. No tiene la combinación de condiciones ácuicas dentro de los 50 cm de la superficie del suelo o drenado artificialmente y los colores, en húmedo, como los definidos en el punto 2-a-(3) anterior, y tiene estructura de suelo o ausencia de estructura de roca en más de la mitad de su volumen y *una o más* de las siguientes propiedades:
 - (1) Mayor chroma, mayor value, hue rojizo o mayores contenidos de arcilla que el horizonte subyacente o un horizonte suprayacente; o
 - (2) Evidencias de remoción de carbonatos o yeso; y
3. Tiene propiedades que no satisfacen los requisitos de un epipedón antrópico, hístico, folístico, melánico, mólico, plaggen o úmbrico, un duripán o fragipán o un horizonte argílico, cálcico, gypsico, nátrico, óxico, petrocálcico, petrogypsico, plácico o espódico; y
4. No es parte del horizonte Ap y no es quebradizo en más de 60 por ciento de la matriz.

Duripán

Características Requeridas

Un duripán es un horizonte subsuperficial cementado con sílice con o sin agentes cementantes auxiliares. Puede ocurrir en conjunción con un horizonte petrocálcico.

Un duripán debe reunir *todos* los requisitos siguientes:

1. El pan o capa está cementado o endurecido en más de 50 por ciento del volumen de algún horizonte; y
2. El pan o capa muestra evidencias de acumulación de ópalo u otras formas de sílice, tales como casquetes laminares, revestimientos o lenticulares, intersticios rellenos parcialmente, formando puentes entre granos de tamaño de arena o revistiendo fragmentos de rocas o para-rocas; y
3. Menos de 50 por ciento del volumen de fragmentos secados al aire se desmoronan en HCl 1N, aún durante agitaciones prolongadas, y se desmorona en más de 50 por ciento en KOH o NaOH concentrados o en alternancias de ácido – álcali; y
4. Debido a su continuidad lateral, las raíces solo penetran al pan a lo largo de fracturas verticales que tienen un espaciamiento horizontal de 10 cm o más.

Fragipán

Características Requeridas

Para que una capa pueda ser identificada como fragipán debe tener *todas* las siguientes características:

Horizonte Cámbico

Un horizonte cámbico es el resultado de alteraciones físicas, transformaciones químicas o remociones o combinaciones de dos o más de esos procesos.

Características Requeridas

El horizonte cámbico es un horizonte alterado de 15 cm o más de espesor. Si está compuesto por lamelas, el espesor combinado deberá ser de 15 cm o más. Además, el horizonte cámbico deberá satisfacer *todas* las siguientes:

1. Presenta una textura de arena muy fina, arena francosa muy fina o más fina; y
2. Muestra evidencias de alteración en *una* de las siguientes formas:
 - a. Condiciones ácuicas dentro de los 50 cm de la superficie del suelo o están drenados artificialmente y *todas* las siguientes:
 - (1) Estructura de suelo o ausencia de estructura de roca en más de la mitad del volumen; y
 - (2) Colores que no cambian al exponerlos al aire; y
 - (3) Colores dominantes, en húmedo, sobre las caras de los agregados o en la matriz como sigue:

2. Muestra evidencias de pedogénesis dentro del horizonte, o al menos, sobre las caras de las unidades estructurales; y
3. Tiene una estructura prismática gruesa, columnar o blocosa de cualquier grado, una estructura débil de cualquier tamaño o es masiva. Con separaciones entre unidades estructurales que permiten a las raíces su entrada y tienen un espaciamiento horizontal promedio de 10 cm o más; y
4. Fragmentos secados al aire del suelo natural, de 5 a 10 cm de diámetro, se desmoronan en más de 50 por ciento de la capa cuando son sumergidos en agua; y
5. 60 por ciento o más del volumen, una clase de resistencia a la ruptura de firme a muy firme, una fractura quebradiza en o cerca de la capacidad de campo y virtualmente no tiene raíces; y
6. La capa no efervesce (en HCl diluido).

Horizonte Glóssico

El horizonte glóssico (Gr. *glossa*, lengua) se desarrolla como resultado de la degradación de un horizonte argílico, kándico o nátrico, en los cuales la arcilla y los óxidos de hierro libre han sido removidos.

Características Requeridas

Un horizonte glóssico tiene un espesor de 5 cm o más y consiste de:

1. Una parte eluvial, es decir, materiales álbicos (definidos posteriormente), los cuales constituyen de 15 a 85 por ciento (por volumen) del horizonte glóssico; y
2. Una parte iluvial, es decir, residuos (o partes) de un horizonte argílico, kándico o nátrico.

Horizonte Gypsico

El horizonte gypsico es un horizonte iluvial en el cual el yeso secundario se ha acumulado de manera significativa.

Características Requeridas

Un horizonte gypsico tiene *todas* las propiedades siguientes:

1. Un espesor de 15 cm o más; y
2. No está cementado o endurecido por yeso, con o sin otros agentes cementantes; si está cementado y las partes cementadas tienen un espesor menor de 10 cm; o debido a la discontinuidad lateral, las raíces pueden penetrar a lo largo de fracturas verticales con espaciamientos horizontales de menos de 10 cm; y
3. 5 por ciento o más (por peso) de yeso y 1 por ciento o más (por volumen) de yeso secundario visible; y
4. Tiene un valor del producto del espesor, en cm, por el contenido de yeso (en por ciento del peso) de 150 o más. De esta manera, un horizonte de 30 cm de espesor con 5 por ciento de yeso, puede calificar como horizonte gypsico si el 1 por ciento o más (por volumen) es yeso visible y cualquier

cementación es como se describió en el punto 2 anterior. El contenido de yeso (por ciento por peso) se calcula como el producto del contenido de yeso, expresado en cmol kg^{-1} de suelo (de la fracción de tierra-fina) y el peso equivalente del yeso (86), expresado como porcentaje.

Horizonte Kándico

Características Requeridas

El horizonte kándico:

1. Es un horizonte subsuperficial verticalmente continuo que subyace a un horizonte superficial de textura gruesa. El espesor mínimo del horizonte superficial es de 18 cm después de mezclado o de 5 cm si la transición textural al horizonte kándico es abrupta y no existe un contacto dénsico, lítico, paralítico o petroférico (definidos posteriormente), dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral; y
2. Tiene su límite superior:
 - a. En el punto donde el porcentaje de arcilla de la fracción de tierra-fina se incrementa con la profundidad dentro de una distancia vertical de 15 cm o menos, en *ya sea*:
 - (1) 4 por ciento o más alto (absoluto) que en el horizonte superficial, si el horizonte tiene menos de 20 por ciento de arcilla total en la fracción de tierra-fina; o
 - (2) 20 por ciento o más alto (relativo) que en el horizonte superficial, si el horizonte tiene de 20 a 40 por ciento de arcilla total en la fracción de tierra-fina; o
 - (3) 8 por ciento o más alto (absoluto) que en el horizonte superficial, si el horizonte tiene más de 40 por ciento de arcilla total en la fracción de tierra-fina; y
 - b. A una profundidad de:
 - (1) Entre 100 cm y 200 cm a partir de la superficie del suelo mineral, si la clase de tamaño de partícula es arenosa o esquelético arenosa en todo el espesor de los 100 cm superiores; o
 - (2) Dentro de los 100 cm a partir de la superficie del suelo mineral, si el contenido de arcilla en la fracción de tierra-fina del horizonte superficial es 20 por ciento o más; o
 - (3) Dentro de los 125 cm a partir de la superficie del suelo mineral para los demás suelos; y
3. Tiene un espesor de *ya sea*:
 - a. 30 cm o más; o
 - b. 15 cm o más si existe un contacto dénsico, lítico, paralítico o petroférico dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral y el horizonte kándico constituye 60 por ciento o más de la distancia vertical entre la profundidad de 18 cm y el contacto; y
4. Tiene una textura arena francosa muy fina o más fina y

5. Tiene una CIC aparente de 16 cmol(+) o menos por kg de arcilla (con NH_4OAc 1N a pH 7) y una CICE aparente de 12 cmol(+) o menos por kg de arcilla (suma de bases extractables con NH_4OAc 1N a pH 7 más Al extractable con KCl 1N) en 50 por ciento o más de su espesor, entre el punto donde el requisito de incremento de arcilla se satisface y a una profundidad de 100 cm debajo de ese punto o a un contacto denso, lítico, paralítico o petroférico si está más somero (El porcentaje de arcilla se establece midiéndolo con el método de la pipeta o estimándolo con la fórmula 2.5 [porcentaje de agua a una tensión de 1500 kPa menos el porcentaje de carbono-orgánico], cualquiera que sea más alto, pero no mayor de 100); y

6. El contenido de carbono-orgánico tiene un decrecimiento regular con el incremento de la profundidad, sin estratificaciones finas y sin capas suprayacentes de más de 30 cm de espesor que tengan estratificaciones finas y/o un contenido de carbono-orgánico que decrece irregularmente con el incremento de la profundidad.

Horizonte Nátrico

Características Requeridas

El horizonte nátrico tiene, además de las propiedades del horizonte argílico:

1. *Ya sea:*
 - a. Columnas o prismas en alguna parte (usualmente en la parte superior), las cuales se pueden romper en bloques; o
 - b. Tanto la estructura blocosa como los materiales ehviales, contienen granos de limo y arena no revestidos y se extienden por más de 2.5 cm dentro del horizonte; y
2. *Ya sea:*
 - a. Un porcentaje de sodio intercambiable (PSI) de 15 por ciento o más o una relación de adsorción de sodio (RAS), de 13 o más, en uno o más horizontes dentro de los 40 cm de su límite superior; o
 - b. Mayor contenido de magnesio y sodio intercambiables que de calcio y acidez intercambiables (a pH 8.2) en uno o más horizontes dentro de los 40 cm de su límite superior, si la PSI es 15 o más (o el RAS es de 13 o más) en uno o más horizontes dentro de los 200 cm de la superficie del suelo mineral.

Orstein

Características Requeridas

El orstein tiene *todas* las siguientes:

1. Está formado por materiales espódicos; y
2. Es una capa cementada en 50 por ciento o más; y
3. Tiene un espesor de 25 mm o más.

Horizonte Óxico

Características Requeridas

El horizonte óxico es un horizonte subsuperficial que no tiene propiedades ándicas de suelo (definidas posteriormente) y tiene *todas* las siguientes características:

1. Un espesor de 30 cm o más; y
2. Una textura franco arenosa o más fina en la fracción de tierra-fina; y
3. Menos de 10 por ciento de minerales intemperizables en la fracción de 50 a 200 micrones; y
4. Estructura de roca en menos de 5 por ciento de su volumen, a menos que los litorelictos con minerales intemperizables estén revestidos con sesquióxidos; y
5. Un límite superior difuso, es decir, dentro de una distancia vertical de 15 cm y un incremento de arcilla con el incremento de la profundidad de:
 - a. Menos de 4 por ciento (absoluto) en su fracción de tierra-fina si en la fracción de tierra-fina del horizonte superficial contiene menos de 20 por ciento de arcilla; o
 - b. Menos de 20 por ciento (relativo) en su fracción de tierra-fina, si la fracción de tierra-fina del horizonte superficial contiene de 20 a 40 por ciento de arcilla; o
 - c. Menos de 8 por ciento (absoluto) en su fracción de tierra-fina, si la fracción de tierra-fina del horizonte superficial contiene más de 40 por ciento de arcilla; y
6. Tiene una CIC aparente de 16 cmol(+) o menos por kg de arcilla (con NH_4OAc 1N a pH 7) y una CICE aparente de 12 cmol(+) o menos por kg de arcilla (suma de bases extractables con NH_4OAc 1N a pH 7 más Al extractable con KCl 1N) (El porcentaje de arcilla se establece midiéndolo con el método de la pipeta o estimándolo con 3 veces [el porcentaje de agua retenida a una tensión de 1500 kPa menos el porcentaje de carbono orgánico], cualquiera que sea más alto, pero no mayor de 100).

Horizonte Petrocálcico

El horizonte petrocálcico es un horizonte iluvial en el cual el carbonato de calcio secundario u otros carbonatos se han acumulado a tal grado que el horizonte está cementado o endurecido.

Características Requeridas

Un horizonte petrocálcico deberá satisfacer los siguientes requisitos:

1. El horizonte está cementado o endurecido por carbonatos, con o sin sílice u otros agentes cementantes; y
2. Debido a su continuidad lateral, las raíces pueden penetrar sólo a lo largo de fracturas verticales con un espaciamiento horizontal de 10 cm o más; y

3. El horizonte tiene un espesor de:
 - a. 10 cm o más; o
 - b. 1 cm o más, si está constituido por un casquete laminar que sobreyace directamente a un lecho rocoso.

Horizonte Petrogypsico

El horizonte petrogypsico es un horizonte iluvial, de 10 cm o más de espesor, en el cual el yeso secundario se ha acumulado en una cantidad tal, que el horizonte está cementado o endurecido.

Características Requeridas

Un horizonte petrogypsico deberá satisfacer los siguientes requisitos:

1. El horizonte está cementado o endurecido por yeso, con o sin otros agentes cementantes; y
2. Debido a su continuidad lateral, las raíces pueden penetrar sólo a lo largo de fracturas verticales con un espaciamiento horizontal de 10 cm o más; y
3. El horizonte tiene un espesor de 10 cm o más; y
4. El horizonte tiene 5 por ciento o más de yeso, y el producto de su espesor, en cm, por el contenido de yeso, en por ciento, es de 150 o más.

Horizonte Plácico

El horizonte plácico (Gr. basado en *plax*; piedra plana; significa capa delgada cementada) es un *pan* (o capa) delgado, negro o rojizo oscuro que está cementado por hierro (o hierro y manganeso) y materia orgánica.

Características Requeridas

Un horizonte plácico deberá satisfacer los siguientes requisitos:

1. El horizonte está cementado o endurecido con hierro o hierro y manganeso y materia orgánica, con o sin otros agentes cementantes; y
2. Debido a su continuidad lateral, las raíces pueden penetrar sólo a lo largo de fracturas verticales con un espaciamiento horizontal de 10 cm o más; y
3. El horizonte tiene un espesor mínimo de 1 mm y cuando está asociado con materiales espódicos, es menor de 25 mm de espesor.

Horizonte Sállico

El horizonte sállico es un horizonte de acumulación de sales más solubles que el yeso en agua fría.

Características Requeridas

Un horizonte sállico tiene 15 cm o más de espesor y tiene por 90 días consecutivos o más en años normales:

1. Una conductividad eléctrica (CE) igual o mayor de 30 dS/m en el extracto de agua de la pasta de saturación; y
2. Un producto de la CE, en dS/m, por el espesor, en cm, igual a 900 o mayor.

Horizonte Sómbrico

El horizonte sómbrico (*F. sombre*, oscuro) es un horizonte subsuperficial en suelos minerales que se ha formado bajo condiciones de drenaje libre. Contiene humus iluvial que ni está asociado con el aluminio, como sucede en el horizonte espódico, ni está disperso por el sodio, como en el horizonte nátrico. En consecuencia, el horizonte sómbrico no tiene una capacidad de intercambio catiónico alta en su arcilla como ocurre en el horizonte espódico y tampoco tiene una saturación de bases alta como sucede en el horizonte nátrico. No subyace, además, a un horizonte álbico.

Se considera, que los horizontes sómbricos están restringidos a suelos de áreas frías, húmedas, de planicies elevadas y a montañas de regiones tropicales o subtropicales. Debido a la fuerte lixiviación que les ocurre, su saturación de bases es baja (menos de 50 por ciento con NH_4OAc).

El horizonte sómbrico tiene colores más bajos en el value o en el chroma o en ambos, que el horizonte suprayacente y contiene más materia orgánica. Se puede formar en un horizonte argílico, cámbico u óxico. Si los agregados están presentes, los colores oscuros están más pronunciados sobre las caras de los agregados.

En el campo, el horizonte sómbrico se confunde fácilmente con un horizonte A enterrado. Se puede distinguir de los epipedones enterrados utilizando otros métodos. En secciones delgadas, la materia orgánica de un horizonte sómbrico está más concentrada sobre los agregados y en los poros, que dispersa uniformemente en toda la matriz.

Horizonte Espódico

Un horizonte espódico es una capa iluvial con 85 por ciento o más de materiales espódicos (definidos posteriormente).

Características Requeridas

Un horizonte espódico normalmente es un horizonte subsuperficial que subyace a un horizonte O, A, Ap o E. Sin embargo, puede satisfacer la definición de un epipedón úmbrico.

Un horizonte espódico deberá tener 85 por ciento o más de materiales espódicos en una capa de 2.5 cm o más de espesor que no forma parte de ningún horizonte Ap.

Otras Características de Diagnóstico de Suelos (Suelos Minerales)

Las características de diagnóstico son rasgos del suelo utilizados en las claves o en la definición de horizontes de diagnóstico.

más rápidamente que el Hierro; mientras que el hierro se oxida más rápidamente al airearse. Estos procesos originan patrones de colores característicos. Los iones reducidos de hierro y manganeso se pueden remover de los suelos, si ocurren flujos de agua verticales o laterales; en tales casos no existe precipitación de hierro y manganeso en esos suelos. Cuando el hierro y el manganeso están oxidados y precipitados, formarán masas suaves o concreciones duras o nódulos. El movimiento del hierro y manganeso como resultado de procesos redox en un suelo puede originar rasgos redoximórficos que se definen a continuación:

a. *Concentraciones redox.*—Son zonas de acumulación aparente de óxidos de Fe-Mn, que incluyen:

- (1) Nódulos y concreciones, que son cuerpos cementados que pueden removerse en forma intacta del suelo. Las concreciones se distinguen de los nódulos con base en su organización interna. Una concreción típicamente tiene capas concéntricas visibles a simple vista. Es común que los nódulos no tengan una estructura con organización interna visible. Los límites son difusos si se forman *in situ* y son abruptos después de la pedonurbación. Los límites abruptos pueden ser rasgos de relictos en algunos suelos; y
- (2) Masas que son concentraciones de sustancias no cementadas dentro de la matriz; y
- (3) Revestimientos de poros, es decir, zonas de acumulación a lo largo de los poros que pueden estar revistiendo a las superficies o impregnando a la matriz adyacente a los poros.

b. *Empobrecimientos redox.*—Son zonas de bajo chroma (chromas menores a los de la matriz) donde los óxidos de Fe-Mn solos o en combinación con la arcilla han sido eliminados incluyendo:

- (1) Empobrecimientos de hierro, es decir, zonas con bajos contenidos de óxidos de Fe y Mn, pero tienen un contenido de arcilla similar al de la matriz adyacente (con frecuencia son referidos como albanes o nealbanes); y
- (2) Empobrecimientos de arcilla, es decir, zonas que contienen bajas cantidades de Fe, Mn, y arcilla (con frecuencia son referidos: como revestimientos o esqueletanos de limo).

c. *Matriz reducida.*—Esta es una matriz de suelo que tiene bajo chroma *in situ*, pero que al menos cambia en el hue o en el chroma dentro de los primeros 30 minutos después de que ha sido expuesto el material del suelo al aire.

d. En suelos que no tienen rasgos redoximórficos visibles, pero la reacción a la solución dipiridil- alfa, alfa satisface los requisitos de rasgos redoximórficos.

La experiencia de campo indica que no es posible definir un conjunto específico de rasgos redoximórficos que sean la única característica de todo el taxa en una categoría

particular. Por lo tanto, los patrones de colores que sean únicos para taxa específicos se mencionan en las claves.

Las condiciones antrópicas son una variante de la episaturación y están asociadas con inundaciones controladas (para cultivos tales como el arroz y el arándano agrio), las cuales causan procesos de reducción en la parte saturada, en la superficie encharcada del suelo y oxidación de las formas reducidas de hierro y manganeso y su movilización del subsuelo no saturado.

Crioturbación

La crioturbación (esmerilado con frío) es el mezclado de la matriz del suelo dentro del pedón que da por resultado horizontes irregulares o interrumpidos, involuciones, acumulaciones de materia orgánica sobre el permafrost, fragmentos de roca orientados y limos cubiertos sobre fragmentos de roca.

Contacto Dénstico

Un contacto dénstico (*L. densus*, grueso) es un contacto entre el suelo y materiales dénsticos (definidos posteriormente). No tiene grietas o el espaciamiento entre las grietas en las que las raíces pueden penetrar es de 10 cm o más.

Materiales Dénsticos

Los materiales dénsticos son materiales relativamente no alterados (no reúnen los requisitos de ningún horizonte de diagnóstico nominado o cualquier otra característica de diagnóstico del suelo), con una clase de resistencia a la ruptura no cementada. La densidad aparente o su organización es tal que las raíces no pueden penetrar, excepto por las grietas.

Existen principalmente materiales terrestres, como si estuvieran labrados de flujos de lodo volcánico y algunos materiales compactados mecánicamente, por ejemplo en los cortes de minas. Algunas rocas no cementadas pueden ser materiales dénsticos si son lo suficientemente densos o resistentes para no permitir que las raíces penetren, excepto por las grietas.

Los materiales dénsticos no están cementados y así difieren de los materiales paralíticos y de los materiales que se ubican debajo de un contacto lítico, que están cementados.

Los materiales dénsticos tienen, en su límite superior, un contacto dénstico si no tienen grietas o el espaciamiento entre grietas por las que las raíces penetran es de 10 cm o más. Estos materiales pueden ser usados para la diferenciación de series de suelos, si los materiales están dentro de la sección de control de las series.

Materiales Gélicos

Los materiales gélicos son materiales minerales u orgánicos del suelo que muestran evidencias de crioturbación (esmerilado con frío) y/o segregación de hielo en la capa activa (capa de deshielo estacional) y/o la parte superior del permafrost. La crioturbación se manifiesta por horizontes

irregulares e interrumpidos, involuciones, acumulación de materia orgánica sobre la superficie y dentro del permafrost, fragmentos de roca orientados y capas de limo-enriquecido. Las estructuras características asociadas con materiales gélidos incluyen a las macroestructuras: laminar, blocosa o granular; resultados estructurales de todo tipo; y fabricas orbiculares, conglomeradas, bandeadas o vesiculares. La segregación por hielo se manifiesta por la presencia de lentes de hielo, venas de hielo, cristales segregados de hielo y cuñas de hielo. Los procesos criopedogenéticos que les ocurren a los materiales gélidos están dirigidos por los cambios físicos de volumen al convertirse el agua en hielo, por la migración de la humedad a lo largo de gradientes térmicos en el sistema de congelamiento o por las contracciones térmicas del material congelado por un enfriamiento rápido y continuo.

Capa Glácica

Una capa glácica es hielo masivo o hielo basal en forma de lentes o cuñas de hielo. La capa tiene un espesor de 30 cm o más y contiene 75 por ciento o más de hielo visible.

Contacto Lítico

Un contacto lítico es un límite entre el suelo y un material subyacente coherente. Excepto en los subgrupos Ruptic-Lithic, el material subyacente deberá ser virtualmente continuo dentro de los límites de un pedón. Las grietas que pueden ser penetradas por las raíces son pocas y su espaciamiento horizontal deberá ser de 10 cm o más. El material subyacente debe ser lo suficientemente coherente, en húmedo, para que sea impracticable excavarlo manualmente con una pala, aunque el material puede ser astillado o raspado con la pala. El material que está abajo del contacto lítico deberá tener una clase de resistencia a la ruptura de fuertemente cementado o extremadamente cementado. Es común que, el material este endurecido. El material subyacente considerado aquí, no incluye a horizontes de diagnóstico de suelos, tales como un duripán o un horizonte petrocálcico.

Un contacto lítico es un diagnóstico a nivel de subgrupo si se encuentra dentro de los 125 cm de la superficie en los Oxisols y dentro de los 50 cm superficiales de los otros suelos minerales. En suelos orgánicos el contacto lítico deberá estar dentro de la sección de control para ser reconocido a nivel de subgrupo.

Contacto Paralítico

Un contacto paralítico (parecido a lítico) es un contacto entre el suelo y materiales paralíticos (definidos posteriormente) donde los materiales paralíticos no tienen grietas o el espaciamiento entre grietas donde pueden penetrar raíces es de 10 cm o más.

Materiales Paralíticos

Los materiales paralíticos son materiales relativamente inalterados (no reúnen los requisitos para cualquier otro

características de diagnóstico del suelo), con una clase de resistencia a la ruptura de débil a moderadamente cementados. La cementación, densidad aparente y organización, son tales que las raíces no pueden penetrar excepto por las grietas. Los materiales paralíticos tienen, en su límite superior, un contacto paralítico, si no tienen grietas o si el espaciamiento entre grietas por las que las raíces penetran es 10 cm o más. Es común que, estos materiales sean lechos rocosos parcialmente intemperizados o lechos rocosos débilmente consolidados, tales como areniscas, pizarras o esquistos. Los materiales paralíticos se pueden usar en la diferenciación de series de suelos, si los materiales están dentro de la sección de control de las series. Los fragmentos de materiales paralíticos de 2.0 mm o más de diámetro están referidos como fragmentos de para-rocas.

Permafrost

El permafrost está definido como una condición térmica en la cual un material (incluyendo material del suelo) se mantiene por debajo de 0 °C por 2 o más años en sucesión. Aquellos materiales gélidos que tienen permafrost contienen una solución del suelo no congelada que conduce a los procesos criopedogenéticos. El permafrost puede estar cementado por hielo o en el caso de agua intersticial insuficiente, puede estar seco. La capa congelada tiene una variedad de lentes de hielo, venas de hielo, cristales de hielo segregados y cuñas de hielo. El nivel del permafrost está en equilibrio dinámico con el ambiente.

Regímenes de Humedad del Suelo

El término "régimen de humedad del suelo", se refiere a la presencia o ausencia, ya sea de un manto freático o al agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en el suelo o en horizontes específicos por periodos del año. El agua retenida a una tensión de 1500 kPa o mayor no está disponible para la mayoría de las plantas mesófilas vivas. La disponibilidad del agua está también afectada por las sales disueltas. Si un suelo está saturado con agua demasiado salina para ser aprovechable por la mayoría de las plantas, se deberá considerar como suelo salino más que seco. En consecuencia, se considera un horizonte seco cuando la tensión de humedad es de 1500 kPa o más y como húmedo si el agua está retenida a una tensión menor a 1500 kPa pero mayor que cero. Un suelo puede estar continuamente húmedo en alguno o en todos los horizontes a través del año o en alguna época del año. Puede estar húmedo en invierno y seco en verano o al revés. En el Hemisferio Norte, el verano se refiere a los meses de Junio, Julio y Agosto y el invierno a Diciembre, Enero y Febrero.

Años Normales

En la discusión que sigue y a través de las claves se emplea el término "años normales". Un año normal se define como un año que tiene más o menos una desviación estandar de la precipitación promedio anual de una estadística de larga duración (larga duración se refiere a 30 años o más). También

deberá ser más o menos una desviación estandar de la precipitación a largo plazo, para 8 de los 12 meses. Para la mayoría de los sitios, los años normales pueden ser calculados a partir de la precipitación anual. Cuando ocurren eventos catastróficos durante un año, la desviación estandar de las medias mensuales también se deberá calcular. El término "años normales" reemplaza a los términos "mayoría de los años" o "6 de cada 10 años", los cuales fueron usados en la edición de 1975 de la Taxonomía de Suelos (USDA, SCS, 1975).

Sección de Control de Humedad del Suelo

El intento de definir la sección de control de humedad del suelo es con el fin de facilitar la estimación de los regímenes de humedad de los suelos a partir de datos climáticos. El límite superior de esta sección de control es la profundidad a la cual un suelo seco (tensión mayor de 1500 kPa, pero no seco al aire) será humedecido por 2.5 cm de agua en 24 horas. El límite inferior es la profundidad a la cual un suelo seco será humedecido por 7.5 cm de agua en 48 horas. Estas profundidades excluyen al humedecimiento que se produzca a lo largo de grietas o madrigueras de animales abiertas hasta la superficie.

Si 7.5 cm de agua humedecen el suelo hasta un contacto denso, lítico, paralítico o petroférico o a un horizonte petrocálcico o petrogypsico o duripán, el contacto o el límite superior del horizonte cementado es el límite inferior de la sección de control de la humedad del suelo. Si 2.5 cm de agua humedecen al suelo hasta uno de esos contactos u horizontes, la sección de control de la humedad del suelo es el límite o el propio contacto. En este caso la sección de control del suelo está mojada, si el contacto o el límite superior del horizonte cementado tiene una delgada capa de agua. Si el límite superior está seco, la sección de control se considera seca. La sección de control se encuentra aproximadamente: (1) entre 10 y 30 cm debajo de la superficie del suelo, si la clase de tamaño de partícula es francosa-fina, limosa-gruesa, limosa-fina o arcillosa; (2) entre 20 y 60 cm, si la clase de tamaño de partícula es francosa-gruesa; y (3) entre 30 a 90 cm, si la clase de tamaño de partícula es arenosa.

Si el suelo contiene fragmentos de rocas o para-rocas que no absorben ni liberan agua, los límites de la sección de control de humedad son más profundos. Los límites de la sección de control de humedad están afectados no sólo por la clase de tamaño de partícula sino también por diferencias en la estructura del suelo o la distribución del tamaño de poros o por otros factores que influyen sobre el movimiento y retención de agua en el suelo.

Clases de Regímenes de Humedad del Suelo

Los regímenes de humedad del suelo están definidos en términos del nivel del manto freático y por la presencia o ausencia de agua retenida a una tensión menor de 1500 kPa en la sección de control de la humedad. Se asume, en las definiciones, que el suelo soporta cualquier tipo de vegetación o es capaz de soportarlo, es decir, pueden ser cultivos, pastos o vegetación nativa, pero no se riega ni

almacenada. Estas prácticas culturales afectan las condiciones de humedad del suelo tanto como sea su duración.

Régimen de humedad ácuico.—El régimen de humedad ácuico (*L. aqua*, agua) es un régimen de reducción en un suelo que está virtualmente libre de oxígeno disuelto porque está saturado con agua. Algunos suelos están saturados con agua pero hay oxígeno disuelto debido a que el agua está en movimiento o porque el medio cuando no es favorable para los microorganismos (por ejemplo: si la temperatura es menor de 1 °C); tal régimen no se considera ácuico.

No se conoce qué duración de la saturación de un suelo es la necesaria para tener un régimen de humedad ácuico, pero la duración deberá ser al menos de unos pocos días, porque está implícito en el concepto que el oxígeno está virtualmente ausente. Debido a que el oxígeno disuelto es removido del nivel freático por la respiración de los microorganismos, raíces y fauna del suelo, también está implícito en el concepto que la temperatura del suelo está arriba del cero biológico por algún tiempo mientras el suelo esté saturado. El cero biológico en esta taxonomía se define como 5 °C. En algunas regiones del mundo más frías, ocurre actividad biológica aún a temperaturas más bajas de 5 °C.

Es muy común que el nivel del manto freático fluctúe con las estaciones. El nivel está más alto en la estación lluviosa o en el otoño, invierno o primavera, si el tiempo frío virtualmente detiene la evapotranspiración. Existen suelos; sin embargo, en los cuales el nivel freático está siempre en o muy cerca de la superficie. Ejemplos son los pantanos y depresiones cerradas alimentadas por corrientes perennes. El régimen de humedad de esos suelos se denomina perácuico.

Regímenes de humedad árido y tórrido (*L. aridus*, seco y *L. torridus* caliente y seco).—Estos términos se usan para el mismo régimen de humedad, pero en diferentes categorías de la taxonomía.

En el régimen de humedad árido (tórrido), la sección de control de humedad está en años normales:

1. Seca en todas partes por más de la mitad de los días acumulativos por año cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo es superior de 5 °C; y
2. Húmeda en alguna o en todas sus partes por menos de 90 días consecutivos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es mayor de 8 °C.

Los suelos que tienen un régimen de humedad árido (tórrido) están normalmente en climas áridos. Unos pocos están en climas semiáridos ya sea porque tengan propiedades físicas que los mantienen secos, tales como los que presentan una costra superficial que virtualmente impide la infiltración del agua o porque están sobre pendientes muy pronunciadas donde la escorrentía es muy alta. Existe poca o ninguna lixiviación en este régimen de humedad y las sales solubles se acumulan en estos suelos, si existe una fuente de ellas.

Los límites de la temperatura del suelo excluyen a estos regímenes de las regiones muy frías y polares secas, así como de las grandes elevaciones. Se considera que tales suelos presentan condiciones anhidridas (definidas anteriormente).

Régimen de humedad údico.--El régimen de humedad údico (*L. udus*, húmedo) es uno en el cual la sección de control de humedad no está seca en alguna parte por un período tan largo como 90 días acumulativos en años normales. Si la temperatura media anual del suelo es menor que 22 °C y si la temperatura media de invierno y la media de verano del suelo a una profundidad a 50 cm difieren por 6 °C o más, la sección de control de humedad está seca en todas partes por menos de 45 días consecutivos en los 4 meses que siguen al solsticio de verano. Además, el régimen de humedad údico requiere, excepto en períodos cortos, un sistema de tres fases, sólido-líquido-gaseoso, en parte o en toda la sección de control de humedad del suelo cuando la temperatura del suelo es superior de 5 °C.

El régimen de humedad údico es común en los suelos de climas húmedos que tienen una precipitación bien distribuida; tienen suficiente lluvia en verano, para que la cantidad de agua almacenada más la lluvia sea aproximadamente igual o exceda a la cantidad de evapotranspiración o tenga suficiente agua en invierno para recargar a los suelos y enfriarlos, y veranos nublados, como en las áreas costeras. El agua se mueve hacia abajo a través del suelo en algún tiempo en los años normales.

En climas en donde la precipitación excede a la evapotranspiración en todos los meses, en años normales, la tensión de humedad rara vez es mayor de 100 kPa en la sección de control de humedad, aunque hay períodos breves en los cuales se usa algo de la humedad almacenada. El agua se mueve a través del suelo en todos los meses en los que no está congelado. Este régimen cuando es extremadamente húmedo se le llama *perúdicico* (*L. per*, a través del tiempo, y *L. udus*, húmedo). El elemento formativo "ud" se usa en los nombres de la mayoría de las taxa para indicar un régimen údico o Perúdicico. El elemento formativo "per" se usa en taxa selectas.

Régimen de humedad ústico.--El régimen de humedad ústico (*L. ustus*, quemado, implicando sequedad) es intermedio entre el régimen arídico y el údico. Este concepto implica un régimen de humedad que está limitado, pero esa humedad está presente cuando existen condiciones favorables para el crecimiento de las plantas. El concepto de régimen de humedad ústico no se aplica a suelos que tienen permafrost (definidos anteriormente).

Si la temperatura media anual del suelo es de 22 °C o mayor o si la temperatura media del suelo de invierno y de verano difieren por menos de 6 °C a la profundidad de 50 cm, la sección de control en áreas del régimen ústico está seca, en alguna o en todas partes por 90 días o más acumulativos en años normales. Sin embargo, está húmeda en alguna parte por más de 180 días acumulativos por año o por 90 días o más consecutivos.

Si la temperatura media anual del suelo es menor de 22 °C y si la temperatura media del suelo del verano y del invierno difieren en 6 °C o más a la profundidad de 50 cm, la sección de control de la humedad del suelo en áreas del régimen ústico está seca en alguna o en todas partes por 90 días o más acumulativos en años normales, pero no está seca en todas partes por más de la mitad de los días acumulativos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm

es mayor de 5 °C. Si la sección de control, en años normales, está húmeda en todas partes por 45 días o más consecutivos en los 4 meses siguientes al solsticio de invierno, la sección de control de la humedad está seca en todas partes por menos de 45 días consecutivos en los 4 meses que siguen al solsticio de verano.

En regiones tropicales y subtropicales que tienen un clima monzónico con una o dos estaciones secas, el verano y el invierno son poco significativos. En esas regiones el régimen de humedad es ústico, si tiene al menos una estación lluviosa de 3 meses o más. En regiones templadas de climas subhúmedos o semiáridos, las estaciones lluviosas son usualmente en primavera y en verano o en primavera y en otoño pero nunca en invierno. Las plantas nativas son en su mayoría anuales o tienen un período de dormancia mientras el suelo está seco.

Régimen de humedad xérico.--El régimen de humedad xérico (*Gr. xeros*, seco) es el régimen de humedad que tipifica a las áreas con climas mediterráneos, donde los inviernos son húmedos y frescos y los veranos son cálidos y secos. La humedad, que se produce en el invierno cuando la evapotranspiración potencial es mínima, es particularmente efectiva para la lixiviación. En un régimen de humedad xérico la sección de control de humedad en años normales está seca en todas partes por 45 días o más consecutivos en los 4 meses siguientes al solsticio de invierno. También en años normales, la sección de control de humedad está húmeda en alguna parte por más de la mitad de los días acumulativos por año, en los que la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es mayor de 5 °C, o por 90 días o más consecutivos cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm es mayor de 8 °C. La temperatura media anual del suelo es menor de 22 °C, y las temperaturas medias del suelo del verano y del invierno difieren en 6 °C o más, a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, si está más superficial.

Regímenes de Temperatura del Suelo

Clases de Regímenes de Temperatura del Suelo

Lo siguiente es una descripción de los regímenes de temperatura del suelo que son usados para definir clases a varios niveles categóricos en esta taxonomía.

Crylico (*Gr. Kryos*, frío; significa suelos muy fríos).-- Los suelos en este régimen tienen una temperatura media anual menor de 8 °C, pero no tienen permafrost.

1. En suelos minerales, la temperatura media del suelo en verano (Junio, Julio y Agosto en el Hemisferio Norte y Diciembre, Enero y Febrero en el Hemisferio Sur) a 50 cm de profundidad o en un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que sea más superficial, es como sigue:

- a. Si el suelo no está saturado con agua durante alguna parte del verano y
 - (1) No tiene horizonte O, menor de 15 °C; o
 - (2) Tiene horizonte O, menor de 8 °C; o

b. Si el suelo está saturado con agua durante alguna parte del verano y

- (1) No tiene horizonte O, menor de 13 °C;
- (2) Tiene un horizonte O ó un epipedón hástico, menor de 6 °C.

2. En suelos orgánicos, la temperatura media anual del suelo es menor de 6 °C.

Los suelos cryicos que tienen un régimen de humedad ácuico comúnmente están mezclados por congelamiento.

Suelos isofrigidos pueden tener también un régimen de temperatura cryico. Unos pocos con materiales orgánicos en la parte superior son excepciones.

Los conceptos de los regímenes de temperatura del suelo que se describen a continuación se usan en las definiciones de clases de suelos en las categorías inferiores.

Frigido.--Un suelo con régimen frígido es más cálido en verano que un suelo con régimen cryico, pero su temperatura media anual es menor de 8 °C y la diferencia entre la temperatura media del suelo en verano y en invierno es mayor de 6 °C, a 50 cm de profundidad, o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, si está más superficial.

Mésico.--La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 8 °C, pero menor de 15 °C, y la diferencia entre la temperatura media del suelo en verano y en invierno es mayor de 6 °C, a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que esté más superficial.

Térmico.--La temperatura media anual del suelo es igual o mayor a 15 °C pero menor de 22 °C y la diferencia entre la temperatura media del suelo del verano y del invierno es mayor de 6 °C, a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que esté más superficial.

Hipertérmico.--La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 22 °C y la diferencia entre la temperatura media del suelo del verano y del invierno es mayor de 6 °C a 50 cm de profundidad o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que esté más superficial.

Si el nombre de un régimen de temperatura del suelo tiene el prefijo *iso*, la temperatura media del verano y la media del invierno difieren en menos de 6 °C a 50 cm de profundidad o hasta un contacto dénsico, lítico o paralítico, lo que esté más superficial.

Isofrígido.--La temperatura media anual del suelo es menor de 8 °C.

Isoquésico.--La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 8 °C, pero menor de 15 °C.

Isotérmico.--La temperatura media anual del suelo es igual o mayor de 15 °C, pero menor de 22 °C.

Isohipertérmico.--La temperatura media anual del suelo es 22 °C o mayor.

Materiales Sulfídicos

Los materiales sulfídicos contienen compuestos de azufre oxidables. Son materiales orgánicos o minerales de suelo, con un valor de pH mayor de 3.5, y los cuales, si se incuban como una capa de 1 cm de espesor bajo condiciones aeróbicas húmedas (capacidad de campo) a temperatura ambiente

muestran una disminución en el pH de 0.5 o más unidades a un pH de 4 o menos (relación 1:1 por peso en agua o con un mínimo de agua para permitir la medición) dentro de un tiempo de 8 semanas.

Los materiales sulfídicos se acumulan como un suelo o un sedimento que está permanentemente saturado, generalmente con aguas salobres. Los sulfatos en agua se reducen biológicamente a sulfuros como materiales acumulados. Los materiales sulfídicos son más comunes en pantanos costeros cercanos a las desembocaduras de ríos que acarrearán sedimentos no calcáreos, pero pueden ocurrir en pantanos de agua dulce si existen sulfuros en el agua. Los materiales sulfídicos en mesetas se pueden haber acumulado en el pasado geológico en forma similar.

Si un suelo que contiene materiales sulfídicos se drena o si los materiales sulfídicos son expuestos a condiciones aeróbicas, los sulfuros se oxidan y forman ácido sulfúrico. El valor del pH, normalmente cercano a la neutralidad antes de drenarse o exponerse, puede disminuir por abajo de 3. El ácido puede inducir a la formación de sulfatos de hierro y de aluminio. El sulfato de hierro, jarosita, se segrega y forma motas amarillo-brilantes que caracterizan al horizonte sulfúrico. La transición de los materiales sulfídicos al horizonte sulfúrico normalmente requiere de muy pocos años y puede ocurrir, más aún, en pocas semanas. Si una muestra de materiales sulfídicos se seca lentamente al aire bajo sombra por cerca de dos meses, con rehumedecimiento ocasional, se volverá extremadamente ácida.

Horizonte Sulfúrico

Características Requeridas

El horizonte sulfúrico (*L. sulfur*, azufre) tiene un espesor de 15 cm o más y está compuesto por materiales minerales u orgánicos de suelo que tienen un pH de 3.5 o menos (1:1 por peso en agua o en un mínimo de agua para permitir la medida) y muestra evidencias de que el pH bajo es causado por el ácido sulfúrico. Las evidencias son *una o más* de las siguientes:

1. El horizonte tiene:
 - a. Concentraciones de jarosita, schwertmanita y otros sulfatos de hierro, hidróxisulfatos y azufre elemental; o
 - b. Concentraciones con colores en la escala Munsell de hue, de 2.5Y o 5Y y chroma de 6 o más, en húmedo; o
 - c. 0.05 por ciento o más de sulfato soluble en agua; o
2. La capa que subyace directamente al horizonte consiste de materiales sulfídicos (definidos anteriormente).

Literatura Citada

- Brewer, R. 1976. *Fabric and Mineral Analysis of Soils*. Second edition. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Burt, R., ed. 2004. *Soil Survey Laboratory Methods Manual*. Soil Survey Investigations Report 42, Version 4.0. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center.

CAPÍTULO 4

Identificación de la Clase Taxonómica de un Suelo

La clase taxonómica específica de un suelo puede ser determinada por el uso de las claves que se presentan en este y en otros capítulos. Se asume que el lector está familiarizado con las definiciones de los horizontes de diagnóstico y las propiedades de diagnóstico que están dadas en los capítulos 2 y 3 de esta publicación y con el significado de los términos usados para describir a los suelos tratados en el *Soil Survey Manual*. En el índice, al final de esta publicación, se indican las páginas donde se presentan las definiciones.

Para los valores numéricos se usaron las convenciones estándar de redondeo.

Los colores del suelo (como hue, value y chroma) se usan en muchos de los criterios que siguen. Los colores del suelo, dependiendo del contenido del agua, típicamente cambian de value, y algunos de hue y de chroma. En muchos criterios de las claves el contenido del agua en un suelo está especificado. Si no se especifica, se considera que el suelo satisface el criterio cuando está húmedo o cuando está seco o en ambos casos.

Todas las claves en esta taxonomía están diseñadas de tal forma para que los usuarios puedan determinar la clasificación correcta de un suelo, al usar sistemáticamente la clave. El usuario deberá comenzar por el principio de la "Clave para Órdenes de Suelo" y eliminar una por una las clases con criterios que no son satisfechos por el suelo en cuestión. El suelo se ubicará dentro de la primera clase listada que se cumplan todos los criterios requeridos.

En la clasificación de un suelo específico, el usuario de la Taxonomía de Suelos, iniciará revisando la "Clave para Órdenes de Suelo" para determinar el nombre del primer orden que, de acuerdo con los criterios listados, incluya al suelo en cuestión. El siguiente paso será ir a la página indicada para encontrar la "Clave para Subórdenes" de ese orden particular. Entonces el usuario deberá ir sistemáticamente a través de la clave para identificar correctamente el suborden que incluya al suelo, es decir, el primero que reúna todos los criterios requeridos. El mismo procedimiento se usa para encontrar la clase del suelo, en la "Clave para Grandes Grupos" para el suborden identificado. Similarmente, a través de la "Clave para Subgrupos" para el gran grupo, el usuario seleccionará el nombre correcto del subgrupo, con el nombre del primer taxón que reúna todos los criterios requeridos.

El nivel de familia se determina en forma similar, después de que los subgrupos hayan sido establecidos. El capítulo 17 puede emplearse de la misma manera como se usan las claves en esta taxonomía, para determinar cuales componentes son parte de la familia. La familia, sin embargo, típicamente tiene más de un componente y por lo tanto, se tendría que revisar todo el capítulo. Las claves para las

secciones de control para las clases de componentes de una familia deberán usarse primero y una vez determinada la sección de control se procederá a usar las claves de las clases.

Las descripciones y definiciones de las series de suelos individuales no están incluidas en este texto. Las definiciones generales de serie y de su sección de control se reportan en el capítulo 17.

En la "Clave de Órdenes de Suelo" y en las claves siguientes, los horizontes y propiedades de diagnóstico mencionados no incluyen a aquellos que estén debajo de cualquier contacto denso, lítico, paralítico o petroférico. Las propiedades de suelos enterrados y del manto superficial se consideran si el suelo cumple o no el significado de "suelo enterrado" proporcionado en el capítulo 1.

Si el suelo tiene un manto superficial y no es un suelo enterrado, la parte superior de la capa de la superficie original se considera como la "superficie del suelo" para la determinación de la profundidad y el espesor de los horizontes de diagnóstico y muchas otras características de diagnóstico de los suelos. Las propiedades donde se considera al manto superficial son la temperatura del suelo, humedad del suelo (incluyendo condiciones ácuicas) y cualquiera de las propiedades ándicas y vitrándicas y en los criterios para familia.

Si un perfil de suelo incluye a un suelo enterrado, la superficie del suelo se usa para determinar la humedad y temperatura del suelo, así como la profundidad y espesor de horizontes de diagnóstico y otras características de diagnóstico del suelo. Los horizontes de diagnóstico de suelos enterrados no se consideran en los taxa seleccionados a menos que los criterios en las claves indiquen en forma específica a horizontes enterrados, tales como en los subgrupos Thapto-Histic. Muchas otras características de diagnóstico de los suelos enterrados no son consideradas, pero si se considera al carbono orgánico si es del periodo Holoceno, las propiedades ándicas de suelo, la saturación de bases y todas las propiedades empleadas para determinar familias y series.

Claves para Órdenes de Suelo

A. Suelos que tienen:

1. Permafrost dentro de los 100 cm de la superficie del suelo; o
2. Materiales géllicos dentro de los 100 cm de la superficie del suelo y permafrost dentro de los 200 cm de la superficie del suelo.

B. Otros suelos que:

1. No tienen propiedades ándicas de suelos en 60 por ciento o más del espesor entre la superficie del suelo y ya sea una profundidad de 60 cm o a un contacto dénsico, lítico o paralítico o un duripán si está más superficial; y
2. Tienen materiales orgánicos de suelo, que satisfacen *una o más* de las siguientes:
 - a. Sobreyacen a materiales de cenizas, fragmentales o pomáceos y/o rellenan sus intersticios¹, y directamente abajo de estos materiales tienen un contacto dénsico, lítico o paralítico; o
 - b. Cuando se suman los materiales de cenizas, fragmentales o pomáceos tienen un total de 40 cm o más entre la superficie del suelo y una profundidad de 50 cm; o
 - c. Constituyen dos tercios o más del espesor total del suelo a un contacto dénsico, lítico o paralítico y no tienen horizontes minerales o tienen horizontes minerales con un espesor total de 10 cm o menos; o
 - d. Están saturados con agua por 30 días o más por año en años normales (o artificialmente drenados), tienen un límite superior dentro de los 40 cm de la superficie del suelo y tienen un espesor total de:
 - (1) 60 cm o más, si tres cuartos o más de su volumen consiste de fibras de musgos o si su densidad aparente, en húmedo, es menor de 0.1 g/cm³; o
 - (2) 40 cm o más, si ellos consisten de materiales sapricos o hémicos o de materiales fibricos con menos de tres cuartos (por volumen) de fibras de musgos y una densidad aparente, en húmedo, de 0.1 g/cm³ o más.

Histosols, pág. 153

C. Otros suelos que no tienen un epipedón plaggen o un horizonte argílico o kándico sobre un horizonte espódico, y tienen *una o más* de las siguientes:

1. Un horizonte espódico, un horizonte álbico en 50 por ciento o más de cada pedón y un régimen de temperatura del suelo cryico; o
2. Un horizonte Ap que contiene 85 por ciento o más de materiales espódicos; o
3. Un horizonte espódico con *todas* las siguientes características:
 - a. *Una o más* de las siguientes:

- (1) Un espesor de 10 cm o más; o
 - (2) Un horizonte Ap suprayacente; o
 - (3) Cementación en 50 por ciento o más de cada pedón; o
 - (4) Una clase de tamaño de partícula francosa-gruesa, esquelética-francosa o más fina y un régimen de temperatura del suelo frígido; o
 - (5) Un régimen de temperatura del suelo cryico; y
- b. Un límite superior dentro de las siguientes profundidades a partir de la superficie del suelo mineral *ya sea*
 - (1) Menor de 50 cm; o
 - (2) Menor de 200 cm si el suelo tiene una clase de tamaño de partícula arenosa en al menos alguna parte entre la superficie del suelo mineral y el horizonte espódico; y
 - c. Un límite inferior como sigue:
 - (1) *Ya sea* a una profundidad de 25 cm o más abajo de la superficie del suelo mineral, o la parte superior de un duripán o fragipán, o a un contacto dénsico, lítico, paralítico o petroférrico, cualquiera que esté más somero; o
 - (2) A cualquier profundidad,
 - (a) Si el horizonte espódico tiene una clase de tamaño de partícula francosa-gruesa, francosa-esquelética o más fina, y el suelo tiene un régimen de temperatura frígido; o
 - (b) Si el suelo tiene un régimen de temperatura cryico; y
 - d. *Ya sea*:
 - (1) Un horizonte álbico directamente encima en 50 por ciento o más de cada pedón; o
 - (2) Sin propiedades ándicas de suelo en 60 por ciento o más del espesor:
 - (a) Dentro de los 60 cm de la superficie del suelo mineral o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo, cualquiera que esté más superficial, si no existe un contacto dénsico, lítico o paralítico, duripán o un horizonte petrocálcico, dentro de esa profundidad; o
 - (b) Entre, la superficie del suelo mineral o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo, cualquiera que esté más superficial, y un contacto dénsico, lítico o paralítico, duripán o un horizonte petrocálcico.

¹ Los materiales que satisfacen la definición de ceniza, fragmental o pomácea excepto que tengan más de 10 por ciento (por volumen) de poros que están rellenos con materiales orgánicos se consideran como materiales de

D. Otros suelos que tienen propiedades ándicas de suelo en 60 por ciento o más del espesor *ya sea*:

1. Dentro de los 60 cm de la superficie del suelo mineral o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo, cualquiera que sea más superficial, si no existe un contacto dénsico, lítico o paralítico, duripán u horizonte petrocálcico dentro de esa profundidad; o
2. Entre la superficie del suelo mineral, o de la parte superior de una capa orgánica con propiedades ándicas de suelo, cualquiera que sea más superficial y un contacto dénsico, lítico o paralítico, un duripán u horizonte petrocálcico.

Andisols, pág. 77

E. Otros suelos que tienen *ya sea*:

1. Un horizonte óxico que tiene su límite superior dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral y no tienen un horizonte kándico con su límite superior dentro de esa profundidad; o
2. 40 por ciento o más (por peso) de arcilla en la fracción de tierra-fina entre la superficie del suelo mineral y a una profundidad de 18 cm (después de mezclados); y un horizonte kándico que tiene las propiedades de minerales-intemperizables de un horizonte óxico y tiene su límite superior dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral.

Oxisols, pág. 235

F. Otros suelos que tienen:

1. Una capa de 25 cm o más de espesor, con un límite superior dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, que tiene caras de fricción o agregados en forma de cuña con ejes longitudinales inclinados entre 10 a 60 grados de la horizontal; y
2. Un promedio ponderado de 30 por ciento o más de arcilla en la fracción de tierra-fina entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 18 cm ó en un horizonte Ap, cualquiera que sea más espeso; y 30 por ciento o más de arcilla en la fracción de tierra-fina de todos los horizontes entre una profundidad de 18 cm y una profundidad de 50 cm o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, duripán o un horizonte petrocálcico si están más someros; y
3. Grietas³ que se abren y se cierran periódicamente.

Vertisols, pág. 283

G. Otros suelos que:

1. Tienen:

- a. Un régimen de humedad del suelo arídico; y
 - b. Un epipedón ócrico o antrópico; y
 - c. *Uno o más* de los siguientes con su límite superior dentro de los 100 cm de la superficie del suelo; un horizonte cámbico a una profundidad menor de 25 cm o más; un régimen de temperatura cryico y un horizonte cámbico; un horizonte gypsico, petrocálcico, petrogypsico, o sálico, o un duripán; o
 - d. Un horizonte argílico o nátrico; o
2. Tienen un horizonte sálico; y
 - a. Saturación con agua en una o más capas dentro de los 100 cm de la superficie del suelo por 1 mes o más durante años normales; y
 - b. Una sección de control de humedad del suelo que está seca en alguna o en todas partes durante algún tiempo en años normales; y
 - c. Sin horizonte sulfúrico que tenga su límite superior dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral.

Aridisols, pág. 97

H. Otros suelos que tienen *ya sea*:

1. Un horizonte argílico o kándico, pero no un fragipán y una saturación de bases (por suma de cationes) de menos de 35 por ciento a una de las siguientes profundidades:
 - a. Si el epipedón tiene una clase de tamaño de partícula arenosa o esquelética-arenosa en todo su espesor, *ya sea*:
 - (1) 125 cm abajo del límite superior del horizonte argílico (pero no más profundo de 200 cm abajo de la superficie del suelo mineral), o 180 cm abajo de la superficie del suelo mineral, cualquiera que esté más profundo; o
 - (2) A un contacto dénsico, lítico, paralítico o petroférico si esta más somero; o
 - b. La más superficial de las siguientes profundidades:
 - (1) 125 cm abajo del límite superior del horizonte argílico o kándico; o
 - (2) 180 cm abajo de superficie del suelo mineral; o
 - (3) A un contacto lítico, paralítico o petroférico; o
2. Un fragipán y ambas de las siguientes:
 - a. Un horizonte argílico o un kándico encima, dentro o abajo de él o películas arcillosas de 1 mm o más de

³ Una grieta es una separación entre grandes políedros. Si el horizonte superficial está lo suficientemente suelto molido, es decir, una masa de gránulos sueltos, o si el suelo está cultivado cuando las grietas están abiertas, las grietas pueden estar rellenadas.

b. Una saturación de bases (por suma de cationes) de menos de 35 por ciento a la profundidad más superficial de las siguientes:

- (1) 75 cm abajo del límite superior del fragipán; o
- (2) 200 cm abajo de la superficie del suelo mineral; o
- (3) A un contacto denso, lítico, paralítico o petroférrico.

Ultisols, pág. 261

I. Otros suelos que tienen *ambos* de las siguientes:

1. *Ya sea*

- a. Un epipedón mólico; o
- b. Un horizonte superficial que reúne todos los requisitos de un epipedón mólico excepto en su espesor después de que el suelo se ha mezclado a la profundidad de 18 cm y un subhorizonte mayor de 7.5 cm de espesor, dentro de la parte superior de un horizonte argílico, kándico o nátrico, que satisface los requisitos de color, contenido de carbono-orgánico, saturación de bases y estructura de un epipedón mólico, pero están separados de la superficie por un horizonte álbico, y

2. Una saturación de bases de 50 por ciento o más (por NH_4OAc) en todos los horizontes entre el límite superior de cualquier horizonte argílico, kándico o nátrico y una profundidad de 125 cm abajo de ese límite o entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 180 cm o entre la superficie del suelo mineral y un contacto denso, lítico o paralítico, cualquier profundidad que este más superficial.

Mollisols, pág. 191

J. Otros suelos que no tienen un epipedón plaggen y que tienen *ya sea*:

1. Un horizonte argílico, kándico o nátrico; o
2. Un fragipán que tiene películas de arcilla de 1 mm o más de espesor en alguna parte.

Alfisols, pág. 35

K. Otros suelos que tienen *ya sea*:

1. *Una o más* de las siguientes:

a. Un horizonte cámbico con su límite superior dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral y su límite inferior a una profundidad de 25 cm o más debajo de la superficie del suelo mineral; o

b. Dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, el límite superior de un horizonte cálcico, petrocálcico, gypsico, petrogypsico, plácico o un duripán; o

c. Un fragipán o un horizonte óxico, sómbrico o espódico con su límite superior dentro de 200 cm de la superficie del suelo mineral; o

d. Un horizonte sulfúrico con su límite superior dentro de los 150 cm superficiales del suelo mineral; o

e. Un régimen de temperatura cryico y un horizonte cámbico; o

2. No tienen materiales sulfídicos dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral; y

a. En uno o más horizontes entre 20 y 50 cm abajo de la superficie del suelo mineral, un valor de n de 0.7 o menos, o menos de 8 por ciento de arcilla en la fracción de tierra-fina; y

b. Una o ambas de las siguientes:

(1) Un horizonte sálico o un epipedón histico, mólico, plaggen o úmbrico; o

(2) En el 50 por ciento o más de las capas entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 50 cm, un porcentaje de sodio intercambiable de 15 o más (o una relación de adsorción de sodio de 13 o más) el cual decrece con el incremento de la profundidad abajo de 50 cm y también un manto freático dentro de 100 cm de la superficie del suelo mineral en algún tiempo durante el año cuando el suelo no está congelado en ninguna parte.

Inceptisols, pág. 159

L. Otros suelos.

Entisols, pág. 123

CAPÍTULO 8

Entisols

Clave para Subórdenes

LA. Entisols que tienen *una o más* de las siguientes:

1. Condiciones ácuicas y materiales sulfídicos dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral; *o*
2. Saturación permanente con agua y una matriz reducida en todos los horizontes abajo de los 25 cm a partir de la superficie del suelo mineral; *o*
3. En una capa encima de un contacto dénsico, lítico o paralítico o en una capa entre 40 y 50 cm abajo de la superficie del suelo mineral, cualquiera que esté más somero, condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenaje artificial), y *una o más* de las siguientes:

a. Una textura más fina que la arena francosa fina y en 50 por ciento o más de la matriz, *una o más* de las siguientes:

- (1) Un chroma de 0; *o*
- (2) Un chroma de 1 o menos y un color del value, en húmedo, de 4 o más; *o*
- (3) Un chroma de 2 o menos y concentraciones redox; *o*

b. Una textura de arena francosa fina o más gruesa y en 50 por ciento o más de la matriz, *una o más* de las siguientes:

- (1) Un chroma de 0; *o*
- (2) Un hue de 10YR o más rojizo, un color del value, en húmedo, de 4 o más y un chroma de 1; *o*
- (3) Un hue de 10YR o más rojizo, un chroma de 2 o menos y concentraciones redox; *o*
- (4) Un hue de 2.5Y o más amarillento, un chroma de 3 o menos y concentraciones redox distintivas y prominentes; *o*

(5) Un hue de 2.5Y o más amarillento y un chroma de 1; *o*

(6) Un hue de 5GY, 5G, 5BG, o 5B; *o*

(7) Cualquier color si este resulta de granos de arena no recubiertos; *o*

c. Suficiente hierro ferroso activo para dar una reacción positiva a la dipiridil-alfa, alfa al tiempo cuando el suelo no está irrigándose.

Aquents, pág. 123

LB. Otros Entisols que tienen, en una o más capas a una profundidad entre 25 y 100 cm abajo de la superficie del suelo mineral, 3 por ciento o más (por volumen) de fragmentos de horizontes de diagnóstico que no están arreglados en ningún orden discernible.

Arents, pág. 127

LC. Otros Entisols que tienen menos de 35 por ciento (por volumen) de fragmentos rocosos y una textura de arena francosa fina o más gruesa, en todas las capas (están permitidas lamelas franco arenosas) dentro de la sección de control de tamaño de partícula.

Psamments, pág. 139

LD. Otros Entisols que no tienen un contacto dénsico, lítico o paralítico dentro de los 25 cm de la superficie del suelo mineral y tienen:

1. Una pendiente menor de 25 por ciento; *y*
2. 0.2 por ciento o más de carbono orgánico del período Holoceno a una profundidad de 125 cm, abajo de la superficie del suelo o un decrecimiento irregular en el contenido de carbono orgánico de una profundidad de 25 cm a 125 cm o a un contacto dénsico, lítico o paralítico, si está más somero; *y*
3. Un régimen de temperatura del suelo:
 - a. Que es más caliente que el cryico; *o*
 - b. Que es cryico y el suelo tiene:
 - (1) No material géllico; *y*
 - (2) Una pendiente menor de 5 por ciento o menos de 15 por ciento de vidrio volcánico en la fracción de 0.02 a 2.0 mm en alguna parte de la sección de control de tamaño de partícula.

Fluvents, pág. 128

LE. Otros Entisols.

Orthents, pág. 133

Aquents

Clave para Grandes Grupos

LAA. Aquents que tienen materiales sulfídicos dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral.

Sulfaquents, pág. 127

Xerarents**Clave para Subgrupos**

LBBA. Xerarents que tienen, en uno o más horizontes dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, 3 por ciento o más de fragmentos de un horizonte nátrico.

Sodic Xerarents

LBBB. Otros Xerarents que tienen, dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, 3 por ciento o más de fragmentos de un duripán o de un horizonte petrocálcico.

Duric Xerarents

LBBC. Otros Xerarents que tienen fragmentos de un horizonte argílico con una saturación de bases (por suma de cationes) de 35 por ciento o más dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral.

Alfic Xerarents

LBBB. Otros Xerarents.

Typic Xerarents**Fluvents****Clave para Grandes Grupos**

LDA. Fluvents que tienen en años normales, una temperatura media anual del suelo de 0 °C o más fría y una temperatura media del suelo de verano que:

1. Es de 8 °C o más fría si no existe un horizonte O; o
2. Es de 5 °C o más fría si existe un horizonte O.

Gelifluvents, pág. 129

LDB. Otros Fluvents que tienen un régimen de temperatura del suelo cryico.

Cryofluvents, pág. 128

LDC. Otros Fluvents que tienen un régimen de humedad xérico.

Xerofluvents, pág. 132

LDD. Otros Fluvents que tienen un régimen de humedad ústico.

Ustifluvents, pág. 131

LDE. Otros Fluvents que tienen un régimen de humedad arídico (tórrido).

Torrifluvents, pág. 129

LDF. Otros Fluvents.

Udifluvents, pág. 130**Cryofluvents****Clave para Subgrupos**

LDBA. Cryofluvents que tienen, a través de uno o más horizontes con un espesor total de 18 cm o más dentro de los 75 cm de la superficie del suelo mineral, una fracción de tierra-fina con una densidad aparente de 1.0 g/cm³ o menos, medida a una retención de agua de 33 kPa, y porcentajes de Al más ½ Fe (por oxalato de amonio) de más de 1.0.

Andic Cryofluvents

LDBC. Otros Cryofluvents que tienen, a través de uno o más horizontes con un espesor total de 18 cm o más dentro de los 75 cm de la superficie del suelo mineral, una o ambas de las siguientes:

1. Más de 35 por ciento (por volumen) de fragmentos más gruesos de 2.0 mm, de los cuales más de 66 por ciento son cenizas, pómez o fragmentos semejantes a pómez; o
2. Una fracción de tierra-fina que contiene 30 por ciento o más de partículas de 0.02 a 2.0 mm de diámetro; y
 - a. En la fracción de 0.02 a 2.0 mm, 5 por ciento o más de vidrio volcánico; y
 - b. [(El Al más ½ Fe, en por ciento, extraídos con oxalato de amonio) por 60] más el vidrio volcánico (en por ciento), igual a 30 o más.

Vitrandic Cryofluvents

LDBC. Otros Cryofluvents que tienen, en uno o más horizontes dentro de los 50 cm de la superficie del suelo mineral, empobrecimientos redox con un chroma de 2 o menos y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenaje artificial).

Aquic Cryofluvents

LDBD. Otros Cryofluvents que están saturados con agua en una o más capas dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral en años normales por una o ambas:

1. 20 o más días consecutivos; o
2. 30 o más días acumulativos.

Oxyaquic Cryofluvents

LDBE. Otros Cryofluvents que tienen un color del value, en húmedo, de 3 o menos y un color del value, en seco, de 5 o menos (muestra molida y homogeneizada), a través de los 15 cm superiores del suelo mineral o tienen materiales entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 15 cm que tienen esos colores del value después de mezclados.

Mollic Cryofluvents

LDBF. Otros Cryofluvents.

Typic Cryofluvents

- a. En la fracción de 0.02 a 2.0 mm, 5 por ciento o más de vidrio volcánico; y
- b. [(El Al más $\frac{1}{2}$ Fe, en por ciento, extraídos con oxalato de amonio) por 60] más el vidrio volcánico (en por ciento), igual a 30 o más.

Vitrandic Udifluents

LDFE. Otros Udifluents que tienen *ya sea*:

1. En uno o más horizontes dentro de los 50 cm de la superficie del suelo, empobrecimientos redox con un chroma de 2 o menos y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenaje artificial); o
2. En uno o más horizontes dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral, un color del value, en húmedo, de 4 o más y *ya sea* un chroma de 0 ó un hue de 5GY, 5G, 5BG o 5B y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenados artificialmente).

Aquic Udifluents

LDFF. Otros Udifluents que están saturados con agua en una o más capas dentro de los 100 cm de la superficie del suelo mineral en años normales por *una o ambas*:

1. 20 o más días consecutivos; o
2. 30 o más días acumulativos.

Oryaquic Udifluents

LDFG. Otros Udifluents que tienen un color del value, en húmedo, de 3 o menos y un color del value, en seco, de 5 o menos (muestra molida y homogeneizada), a través de los 15 cm superiores del suelo mineral o tienen materiales entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 15 cm que tienen esos colores del value después de mezclados.

Mollic Udifluents

LDFH. Otros Udifluents.

Typic Udifluents

Ustifluents

Clave para Subgrupos

LDDA. Ustifluents que tienen *tanto*:

1. *Una o ambas* de las siguientes:
 - a. Grietas dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral, que tienen una anchura de 5 mm o más a través de un espesor de 30 cm o más por algún tiempo en años normales y caras de fricción o agregados en forma de cuña, en una capa de 15 cm o más de espesor, que tiene su límite superior dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral; o
 - b. Una extensibilidad lineal de 6.0 cm o más entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 100 cm o a un contacto denso, lítico o paralítico, cualquiera que esté más somero; y

2. *Ya sea o ambas*

- a. En uno o más horizontes dentro de los 50 cm de la superficie del suelo, empobrecimientos redox con un chroma de 2 o menos y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenaje artificial); o
- b. En uno o más horizontes dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral, un color del value, en húmedo, de 4 o más y *ya sea* un chroma de 0 ó un hue de 5GY, 5G, 5BG o 5B y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenados artificialmente).

Aquertic Ustifluents

LDDB. Otros Ustifluents que tienen las siguientes:

1. Cuando no están irrigados ni barbechados para almacenar humedad, *una* de las siguientes:
 - a. Un régimen de temperatura frígido y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en todas partes por cuatro décimos o más de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 5 °C; o
 - b. Un régimen de temperatura mésico o térmico y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en alguna parte por seis décimos o más de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 5 °C; o
 - c. Un régimen de temperatura hipertérmico, isométrico o un *iso* más caliente y una sección de control de humedad que, en años normales, permanece húmeda en alguna o en todas partes por menos de 90 días consecutivos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 8 °C; o
2. *Una o ambas* de las siguientes:
 - a. Grietas dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral, que tienen una anchura de 5 mm o más a través de un espesor de 30 cm o más por algún tiempo en años normales y caras de fricción o agregados en forma de cuña, en una capa de 15 cm o más de espesor, que tiene su límite superior dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral; o
 - b. Una extensibilidad lineal de 6.0 cm o más entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 100 cm o a un contacto denso, lítico o paralítico, cualquiera que esté más somero; condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenaje artificial); o

Torrertic Ustifluents

LDDC. Otros Ustifluents que tienen *una o ambas* de las siguientes:

1. Grietas dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral, que tienen una anchura de 5 mm o más a través de un espesor de 30 cm o más por algún tiempo en años normales y caras de fricción o agregados en forma de cuña, en una capa de 15 cm o más de espesor, que tiene su límite superior dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral; *o*

2. Una extensibilidad lineal de 6.0 cm o más entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 100 cm o a un contacto denso, lítico o paralítico, cualquiera que esté más somero.

Vertic Ustifluvents

LDDD. Otros Ustifluvents que tienen condiciones antrácuicas.

Anthraquic Ustifluvents

LDDE. Otros Ustifluvents que tienen *ya sea*:

1. En uno o más horizontes dentro de los 50 cm de la superficie del suelo, empobrecimientos redox con un chroma de 2 o menos y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenaje artificial); *o*

2. En uno o más horizontes dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral, un color del value, en húmedo, de 4 o más y *ya sea* un chroma de 0 ó un hue de 5GY, 5G, 5BG o 5B y también condiciones ácuicas por algún tiempo en años normales (o drenados artificialmente).

Aquic Ustifluvents

LDDF. Otros Ustifluvents que están saturados con agua en una o más capas dentro de los 150 cm de la superficie del suelo mineral en años normales por *una o ambas*:

- 20 o más días consecutivos; *o*
- 30 o más días acumulativos.

Oxyaquic Ustifluvents

LDDG. Otros Ustifluvents que cuando no están irrigados ni barbechados para almacenar humedad, *una* de las siguientes:

1. Un régimen de temperatura frígido y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en todas partes por cuatro décimos o más de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 5 °C; *o*

2. Un régimen de temperatura mésico o térmico y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en alguna parte por seis décimos o más de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 5 °C; *o*

3. Un régimen de temperatura hipertérmico, isomésico o un *iso* más caliente y una sección de control de humedad que, en años normales, permanece húmeda en alguna o en todas partes por menos de 180 días acumulativos por año, cuando la

temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 8 °C.

Aridic Ustifluvents

LDDH. Otros Ustifluvents que cuando no están irrigados ni barbechados para almacenar humedad, *una* de las siguientes:

1. Un régimen de temperatura frígido y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en alguna o en todas partes por menos de 105 días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 5 °C; *o*

2. Un régimen de temperatura mésico o térmico y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en alguna parte por menos de cuatro décimos de los días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 5 °C; *o*

3. Un régimen de temperatura hipertérmico, isomésico o un *iso* más caliente y una sección de control de humedad que, en años normales, está seca en alguna o en todas partes por menos de 120 días acumulativos por año, cuando la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm abajo de la superficie del suelo, es mayor de 8 °C.

Udic Ustifluvents

LDDI. Otros Ustifluvents que tienen un color del value, en húmedo, de 3 o menos y un color del value, en seco, de 5 o menos (muestra molida y homogeneizada), a través de los 15 cm superiores del suelo mineral o tienen materiales entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 15 cm que tienen esos colores del value después de mezclados.

Mollic Ustifluvents

LDDJ. Otros Ustifluvents.

Typic Ustifluvents

Xerofluvents

Clave para Subgrupos

LDCA. Xerofluvents que tienen *una o ambas* de las siguientes:

1. Grietas dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral, que tienen una anchura de 5 mm o más a través de un espesor de 30 cm o más por algún tiempo en años normales y caras de fricción o agregados en forma de cuña, en una capa de 15 cm o más de espesor, que tiene su límite superior dentro de los 125 cm de la superficie del suelo mineral; *o*

2. Una extensibilidad lineal de 6.0 cm o más entre la superficie del suelo mineral y una profundidad de 100 cm o a un contacto denso, lítico o paralítico, cualquiera que esté más somero.

Vertic Xerofluvents

LDCB. Otros Xerofluvents que tienen:

ANEXO N°- 09

INVENTARIO Y EVALUACION DE CULTIVOS AL 31-12-2010**AREA DE CAMPO U. A. LA AGRONOMICA**

CULTIVO	VARIEDAD	AREA (Has)	LUGAR	EDAD (Años)	FECHA INSTALACION	DISTANCIAMIENTO (m.)	Nª PLANTAS	OBSERVACIONES
PERAL	Packam's Triumph	1.444	Cascajal	29	1980	3 x 1.5	1464	Producción
PERAL	Packam's Triumph	0.814	Pozas	56	1953	7 x 3	1594	Producción
PERAL	Packam's Triumph	1.500	Agricultura	40	1969	2 x 1.0	1347	Producción
VID	Tintas	0.433	Tintas	23	1986	2 x 1.5	1089	Producción
VID	Italia Blanca y Varios	0.850	Germoplasma	23	1986	2.2 x 1.5	2393	Producción
VID	Cardinal	0.600	Cardinal	14	1995	2.5 x 1.0	1521	Producción
VID	Red globe	0.800	Red globe	13	1995	3 x 2.0	691	Crecimiento
VID	Cabernet 1	0.579	Cabernet	5	2004	3 x 2.0	1152	Crecimiento
VID	Sistemas	0.200	Sistemas italia	13	1996	3 x 2.0	299	Producción
VID	Cabernet 2	0.634	Sistemas	3	2006	2,5 x 1,5	1105	Crecimiento
VID	Negra criolla	0.050	Parrón	56	1953	4 x 3.0	29	Producción
CIRUELO	Varios	0.200	Huerto Madre	12	1997	5.00 x 5.00	66	Inicio de Produccion
CIRUELO	Santa Rosa	0.600	Santa rosa	10	1999	4.00 x 5.00	214	Inicio de Produccion
DAMASCO	criollo	0.150	Santa rosa	1	2008	4.00 x 5.0	30	crecimiento
DURAZNO	Varios	0.600	Huerto Madre	11	1997	5.00 x 5.00	170	Inicio de Produccion

<i>NISPERO</i>	<i>Varios</i>	<i>0.010</i>	<i>Huerto Madre</i>	<i>11</i>	<i>1997</i>	<i>5.00 x 5.01</i>	<i>9</i>	<i>Crecimiento</i>
<i>CITRICOS</i>	<i>Varios</i>	<i>0.390</i>	<i>Huerto Madre</i>	<i>12</i>	<i>1997</i>	<i>5.00 x 5.00</i>	<i>118</i>	<i>Inicio de Produccion</i>
<i>LUCUMO</i>	<i>Seda</i>	<i>0.200</i>	<i>Huerto Madre</i>	<i>12</i>	<i>1997</i>	<i>5.00 x 5.00</i>	<i>46</i>	<i>Inicio de Produccion</i>
<i>LUCUMO</i>	<i>franca</i>	<i>1.800</i>	<i>Lúcumo I</i>	<i>12</i>	<i>1997</i>	<i>6.00 x 3.00</i>	<i>234</i>	<i>Inicio de Produccion</i>
<i>LUCUMO</i>	<i>Seda y Criollo</i>	<i>1.800</i>	<i>Lúcumo II</i>	<i>12</i>	<i>1997</i>	<i>6.00 x 3.00</i>	<i>300</i>	<i>Inicio de Produccion</i>
<i>MANZANO</i>	<i>Ana de Israel y Granny</i>	<i>0.130</i>	<i>Huerto Madre</i>	<i>12</i>	<i>1997</i>	<i>5.00 x 5.00</i>	<i>43</i>	<i>Inicio de Produccion</i>
<i>OLIVO</i>	<i>Varios</i>	<i>0.300</i>	<i>Germoplasma</i>	<i>10</i>	<i>1999</i>	<i>4.00 x 3.00</i>	<i>183</i>	<i>Inicio de Produccion</i>
<i>VID R-99</i>	<i>R 99</i>	<i>0.010</i>	<i>VARIOS</i>	<i>10</i>	<i>1999</i>	<i>2</i>	<i>67</i>	<i>Producción</i>
<i>VID PAULSEN</i>	<i>1103</i>	<i>0.010</i>	<i>VARIOS</i>	<i>10</i>	<i>1999</i>	<i>2</i>	<i>82</i>	<i>Producción</i>
<i>VID R-110</i>	<i>R 110</i>	<i>0.010</i>	<i>VARIOS</i>	<i>10</i>	<i>1999</i>	<i>2</i>	<i>30</i>	<i>Producción</i>
<i>PECANAS</i>	<i>VARIOS</i>	<i>0.010</i>	<i>VARIOS</i>	<i>10</i>	<i>1999</i>	<i>VARIOS</i>	<i>11</i>	<i>Producción</i>
<i>MORAS</i>	<i>Varios</i>	<i>0.010</i>	<i>VARIOS</i>	<i>56</i>	<i>1953</i>	<i>5</i>	<i>70</i>	<i>Producción</i>
<i>DURAZNO</i>	<i>HUAYCO</i>	<i>0.100</i>	<i>SISTEMAS</i>	<i>1</i>	<i>2009</i>	<i>5 X 5</i>	<i>86</i>	<i>crecimiento</i>
<i>DURAZNO</i>	<i>CANARIO</i>	<i>0.100</i>	<i>SISTEMAS</i>	<i>10</i>	<i>1999</i>	<i>5 X 5</i>	<i>61</i>	<i>en produccion</i>
<i>TOTAL</i>		<i>14.334</i>						

Fuente: Memoria de gestión INPREX 2010

ANEXO N°- 10

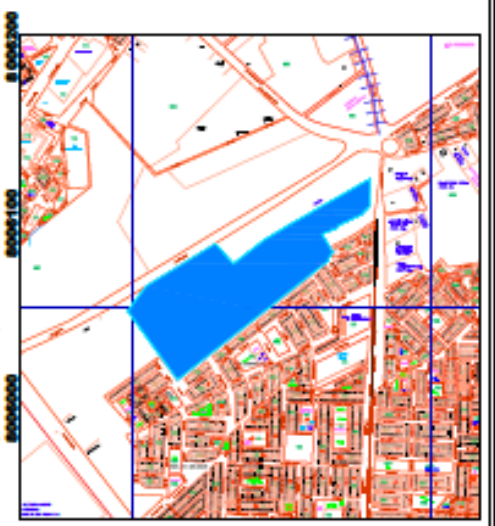
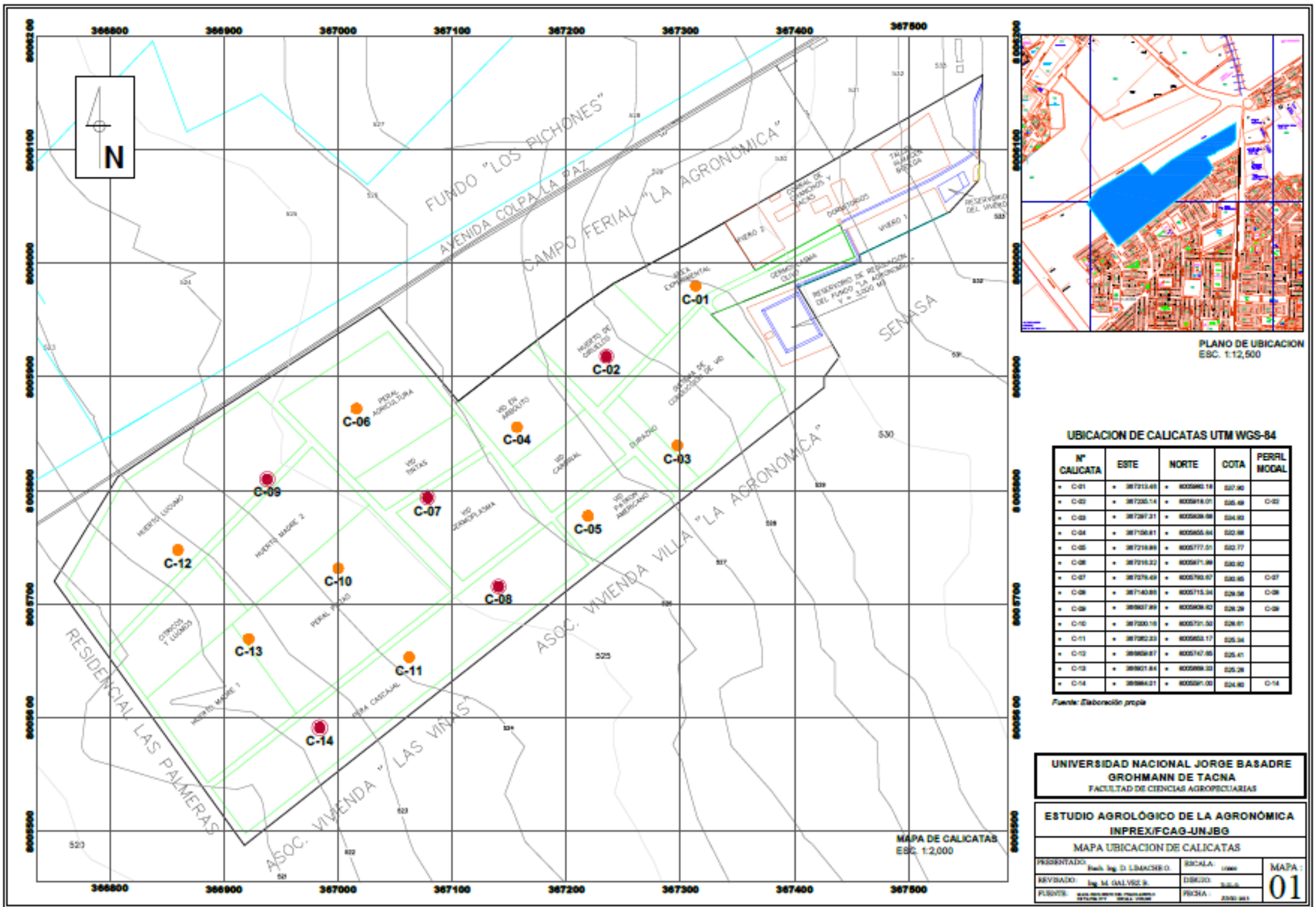
MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA

INSTITUTO NACIONAL DE DESARROLLO
PROYECTO ESPECIAL TACNA

ANÁLISIS DE AGUA

N°	UBICACIÓN	FECHA DE MUESTREO	C.E.	pH	Cl	SO ₄	HCO ₃	CO ₃	Ca	Mg	Na	K	B	As	Cd	Pb	Zn
			(uS/cm)	(Unidades)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
1	BOCATOMA CHUSCHUCO	25/02/1973	590.000	7.600	56.800	100.800	134.200	0.000	48.000	20.400	36.800	8.580	0.300				
2	BOCATOMA CHUSCHUCO	18/11/1980	510.000	8.380	28.400	120.000	87.230	2.400	34.000	14.400	50.600	0.780	0.160				
3	BOCATOMA CHUSCHUCO	23/03/1981	570.000	8.400	20.950	164.160	94.550	13.640	30.600	26.280	38.115	11.385					
4	BOCATOMA CHUSCHUCO	23/03/1981	510.000	8.300	21.300	143.520	114.680	0.000	45.400	14.040	32.725	9.775					
5	BOCATOMA CHUSCHUCO	26/10/1981	630.000	8.340	27.690	150.720	114.070	2.700	53.400	9.840	53.708	16.043	0.790				
6	BOCATOMA CHUSCHUCO	06/05/1982	560.000	7.700	27.690	143.520	114.680	0.000	38.200	22.400	35.420	10.580					
7	BOCATOMA CHUSCHUCO	11/10/1982	560.000	8.000	17.040	115.200	111.020	0.000	36.800	10.920	56.210	16.790					
8	BOCATOMA CHUSCHUCO	12/11/1991	550.000	8.420	13.850	144.000		11.780	45.400	18.480	32.533	9.718	0.490	0.154			
9	BOCATOMA CHUSCHUCO	02/03/1992	525.000	8.480	8.880	117.600	140.110	0.130	50.200	16.320	26.565	7.935	0.290	0.123			
10	BOCATOMA CHUSCHUCO	01/07/1992	406.700	7.500	14.200	105.600	146.500	0.000	46.000	13.000	20.700	7.000			0.024		0.04
12	BOCATOMA CHUSCHUCO	01/10/1995	536.000	8.300	20.590	131.520	129.440	0.000	56.600	17.280	20.983	6.268	0.340				
13	BOCATOMA CHUSCHUCO	16/09/1996	550.000	8.400	15.000	133.000	163.000	7.000	45.000	14.000	40.040	11.960	0.876	0.075	<0,005	<0,03	
14	BOCATOMA CHUSCHUCO	27/07/2002	540.000	7.330	26.560	126.560	131.640	0.000	45.450	16.420	35.620	9.050	0.440	0.130			
15	BOCATOMA CHUSCHUCO	25/05/2002	530.000	6.710	26.062	128.977	103.515	4.235	44.600	16.115	30.833	7.855	0.433	0.121	0.0421	0.0151	0.2770
16	BOCATOMA CHUSCHUCO	24/08/2002	580.000	6.170	28.521	141.144	113.280	4.635	48.808	17.635	33.742	8.596	0.473	0.133	0.0461	0.0166	0.3031
17	BOCATOMA CHUSCHUCO	23/11/2002	570.000	6.370	28.029	138.711	111.327	4.555	47.966	17.331	33.160	8.448	0.465	0.130	0.0453	0.0163	0.2979
18	BOCATOMA CHUSCHUCO	30/05/2003	550.000	6.970	27.045	133.844	107.421	4.395	46.283	16.723	31.997	8.151	0.449	0.126	0.0437	0.0157	0.2874
19	BOCATOMA CHUSCHUCO	22/07/2003	660.000	6.590	89.346	198.528	143.440	32.560	76.032	23.126	49.465	14.775	0.771	0.136	0.0572	0.0185	0.7128
20	BOCATOMA CHUSCHUCO	31/10/2003	620.000	7.660	30.488	150.878	121.093	4.954	52.174	18.851	36.069	9.189	0.506	0.142	0.0493	0.0177	0.3240
PROM			555.142	7.664	27.813	136.225	121.178	4.894	46.890	17.029	36.594	9.625	0.485	0.127	0.044	0.017	0.320
MAXIMA			660.000	8.480	89.346	198.528	163.000	32.560	76.032	26.280	56.210	16.790	0.876	0.154	0.057	0.018	0.713
MINIMA			406.700	6.170	8.880	100.800	87.230	0.000	30.600	9.840	20.700	0.780	0.160	0.075	0.024	0.015	0.040

Fuente: Proyecto Especial Tacna PET.



PLANO DE UBICACION
ESC. 1:12,500

UBICACION DE CALICATAS UTM WGS-84

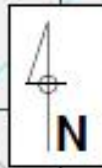
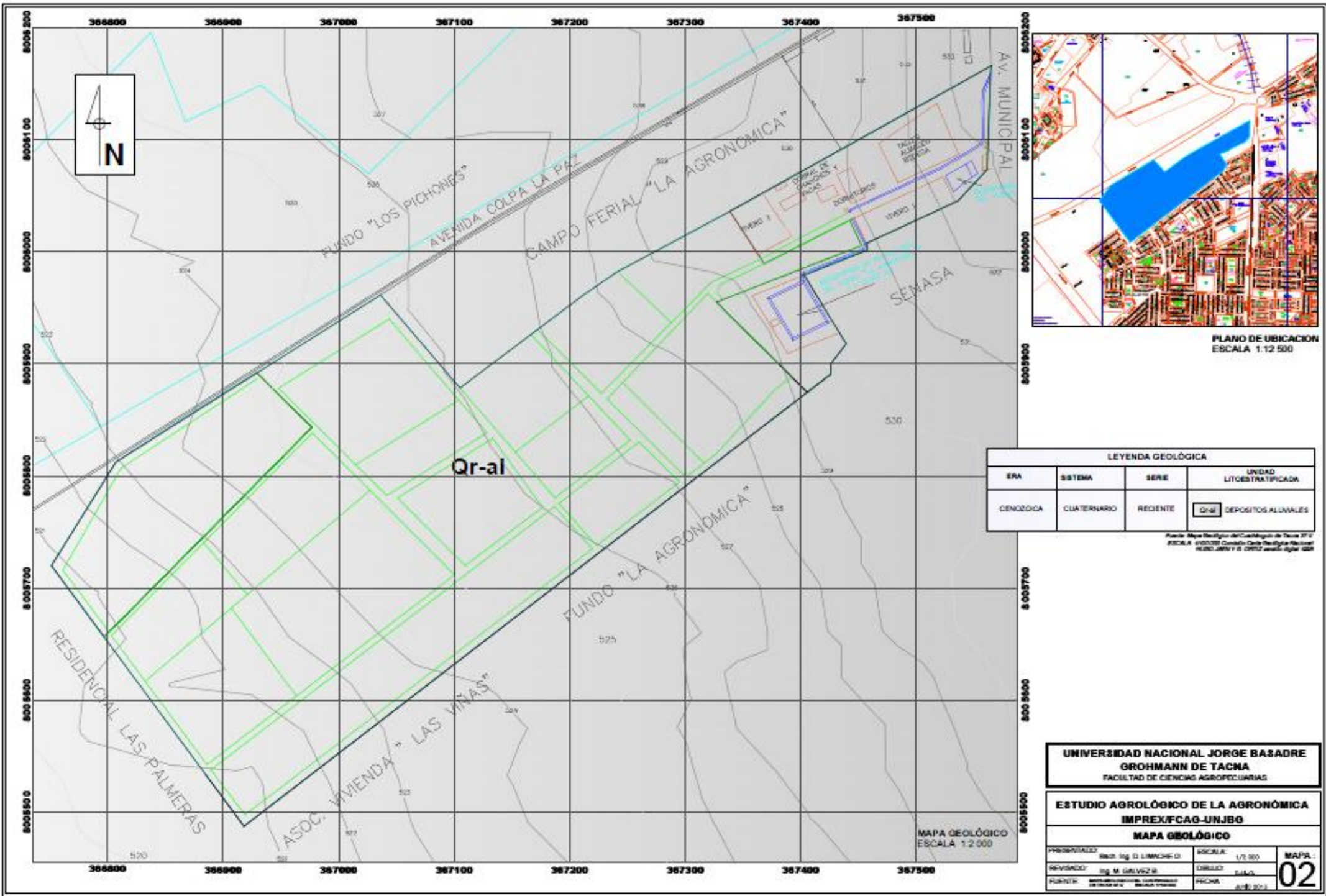
N° CALICATA	ESTE	NORTE	COTA	PERRIL MOGAL
C-01	367213.45	8005982.19	527.95	
C-02	367205.14	8005918.01	525.49	C-02
C-03	367297.21	8005908.99	524.93	
C-04	367156.81	8005955.84	523.98	
C-05	367216.89	8005777.51	523.77	
C-06	367216.32	8005971.99	523.92	
C-07	367216.49	8005763.67	523.95	C-07
C-08	367143.65	8005715.34	523.56	C-08
C-09	367037.89	8005909.82	526.29	C-09
C-10	367200.16	8005731.52	526.61	
C-11	367202.23	8005953.17	525.34	
C-12	367059.87	8005747.65	525.41	
C-13	367021.84	8005989.22	525.29	
C-14	367084.21	8005941.02	524.82	C-14

Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONOMÍA
INPREX/FCAQ-UNJBG
MAPA UBICACION DE CALICATAS

PROYECTADO: Ing. D. LINACHE O.	ESCALA: 1:2000	MAPA: 01
REVISADO: Ing. M. GALVEZ R.	DISEÑO: S.S.S.	
FECHA: 2020-09-01	FECHA: 2020-09-01	



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:12 500

LEYENDA GEOLÓGICA			
ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA
CEOLÓGICA	CUATERNARIO	RECIENTE	Qr-al DEPOSITOS ALUVIALES

Fonte: Mapa Realizador del Cuadernillo de Tesis 2011
ESCALA 1:100000 Correlación Geológica Nacional
KUBO JMN Y E. ORENTE versión digital 2020

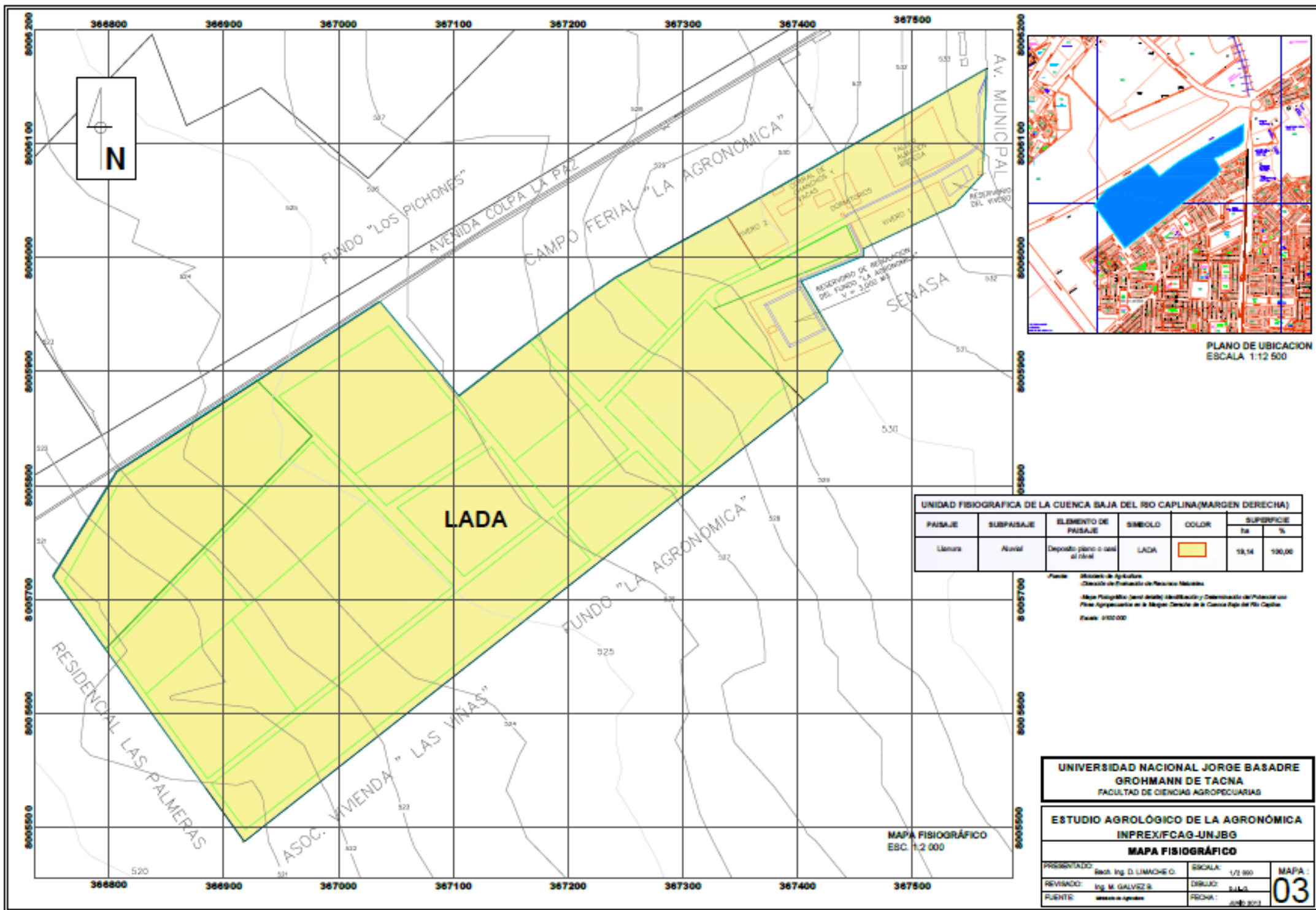
**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA**
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONOMÍA
IMPRES/FCAG-UNJBG**

MAPA GEOLÓGICO			
PREPARADO POR	Ing. D. LIMACHE O.	ESCALA	1:2 000
REVISADO POR	Ing. M. GALVEZ B.	ORIGEN	2014
FUENTE	INFORMACIÓN DEL TERRENO	FECHA	2014

MAPA
02

MAPA GEOLÓGICO
ESCALA 1:2 000



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:12 500

UNIDAD FISIOGRAFICA DE LA CUENCA BAJA DEL RIO CAPLINA(MARGEN DERECHA)						
FAISAJE	SUBFAISAJE	ELEMENTO DE FAISAJE	SIMBOLO	COLOR	SUPERFICIE	
					ha	%
Llanura	Aluvial	Deposito plano o casi aluvial	LADA		19,14	100,00

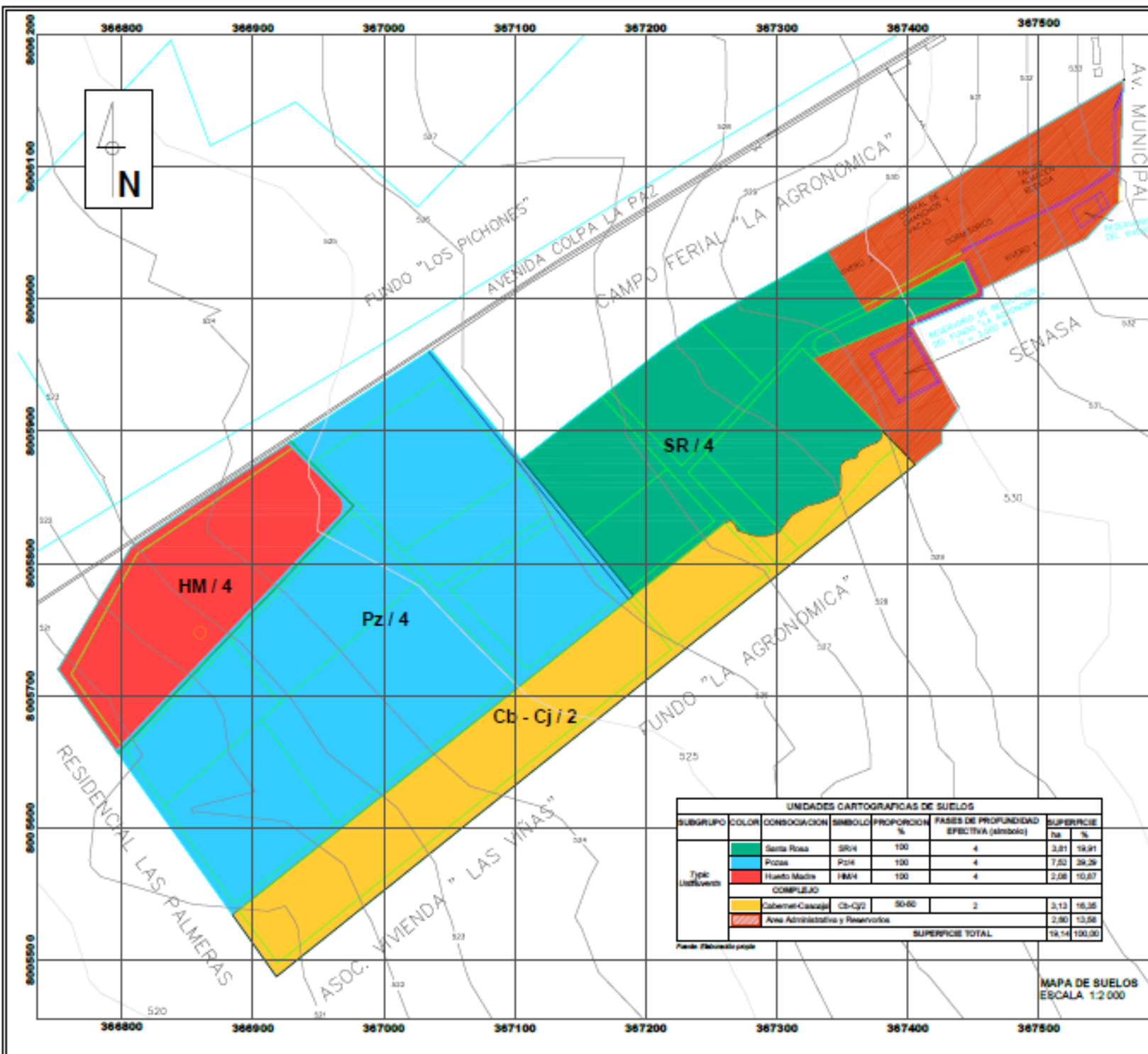
Fuente: Ministerio de Agricultura
 Dirección de Protección de Recursos Acuáticos
 Mapa Fisiofísico (serv. digital) Identificación y Delimitación del Potencial por
 Planes Agropecuarios en la Margen Derecha de la Cuenca Baja del Río Caplina
 Escala: 1:100 000

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
 GROHMANN DE TACNA**
 FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONÓMICA
 INPREX/FCAG-UNJBG**
MAPA FISIOGRÁFICO

PRESENTADO:	Dr. Ing. D. LIMACHE O.	ESCALA:	1/1 000	MAPA 03
REVISADO:	Ing. M. GALVEZ S.	DISEÑO:	J.M.G.	
FUENTE:	Ministerio de Agricultura	FECHA:	Julio 2011	

MAPA FISIOGRÁFICO
 ESC. 1:2 000



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA 1:12 500

Clasificación Nacional de los Suelos (Soil Taxonomy 2006)

ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPO	NOMBRE LOCAL
Entico	Fuente	Udifuente	Typic Udifuente	Santa Rosa Pozas Huerto Madre Cabernet - Cascajal

Fuente: Elaboración propia

FASES DE PROFUNDIDAD EFECTIVA

SÍMBOLO	CLASES DE PROFUNDIDAD EFECTIVA (cm)	
1	Menor de 25	Muy superficiales
2	25 - 50	Superficiales
3	50 - 100	Moderadamente profundo
4	100 - 150	Profundo
5	Más de 150	Muy Profundo

Fuente: Reglamento de Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso Mayor

UNIDADES CARTOGRAFICAS DE SUELOS

SUBGRUPO	COLOR	CONSIGNACION	SÍMBOLO	PROPORCIÓN %	FASES DE PROFUNDIDAD EFECTIVA (símbolo)	SUPERFICIE	
						ha	%
Typic Udifuente	Verde	Santa Rosa	SR/4	100	4	3,81	19,91
	Azul	Pozas	Pz/4	100	4	7,52	39,29
	Rojo	Huerto Madre	HM/4	100	4	2,08	10,87
COMPLEJO							
	Amarelo	Cabernet-Cascajal	Cb-Cj/2	50-60	2	3,13	16,25
	Naranja	Área Administrativa y Reservas				2,80	13,58
SUPERFICIE TOTAL						19,14	100,00

Fuente: Elaboración propia

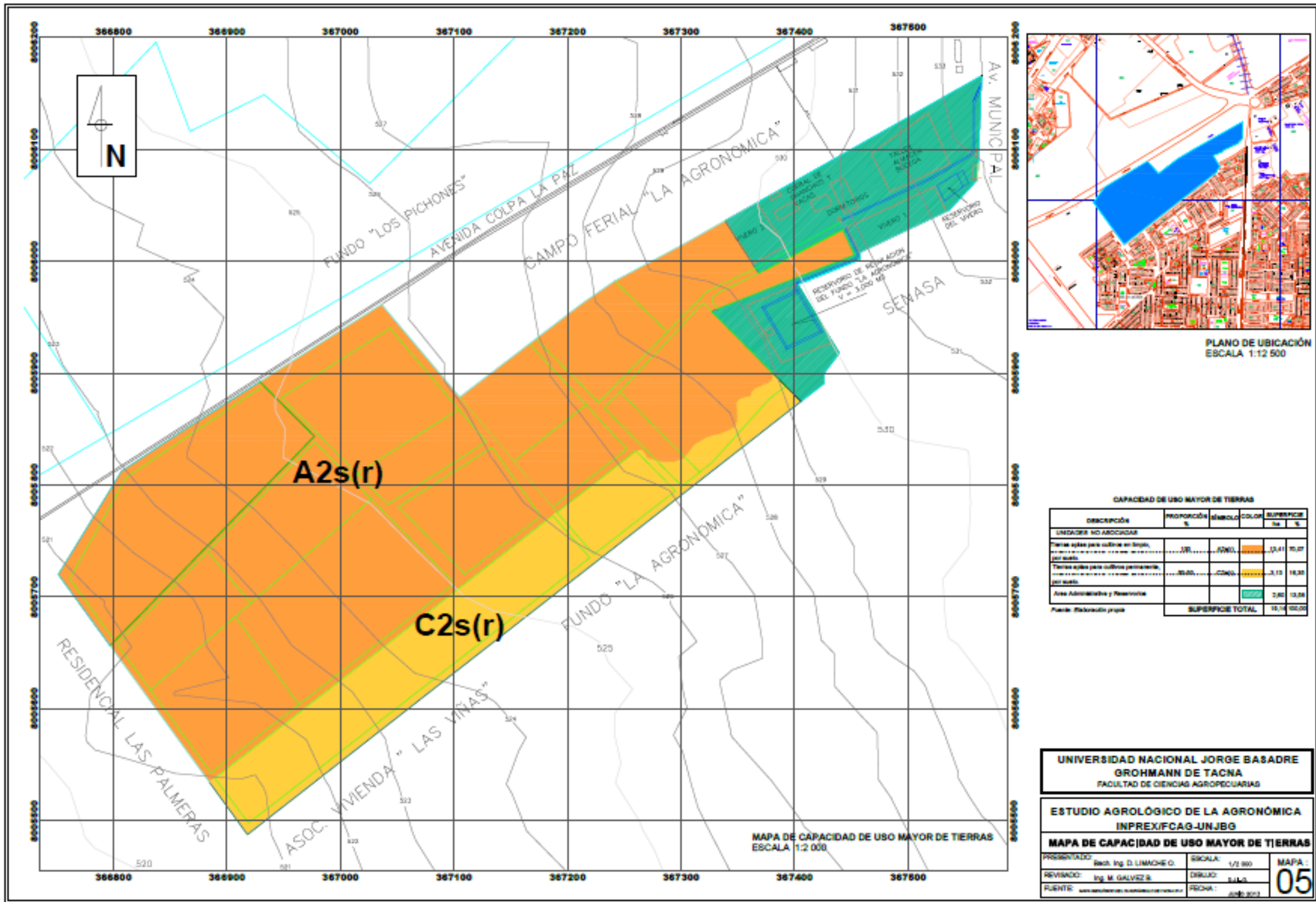
MAPA DE SUELOS
ESCALA 1:2 000

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONÓMICA
INPREX/FCAQ-UNJBG

MAPA DE SUELOS

PRESENTADO:	Ing. D. LIMACHE O.	ESCALA:	1/2 000	MAPA:	04
REVISADO:	Ing. M. GALVEZ B.	DIBUJO:	S.L.G.		
FUENTE:	www.servicioentierros.gob.pe	FECHA:	2020-2021		



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA 1:12 500

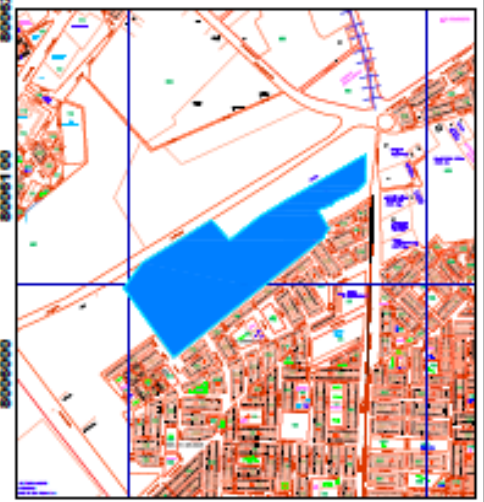
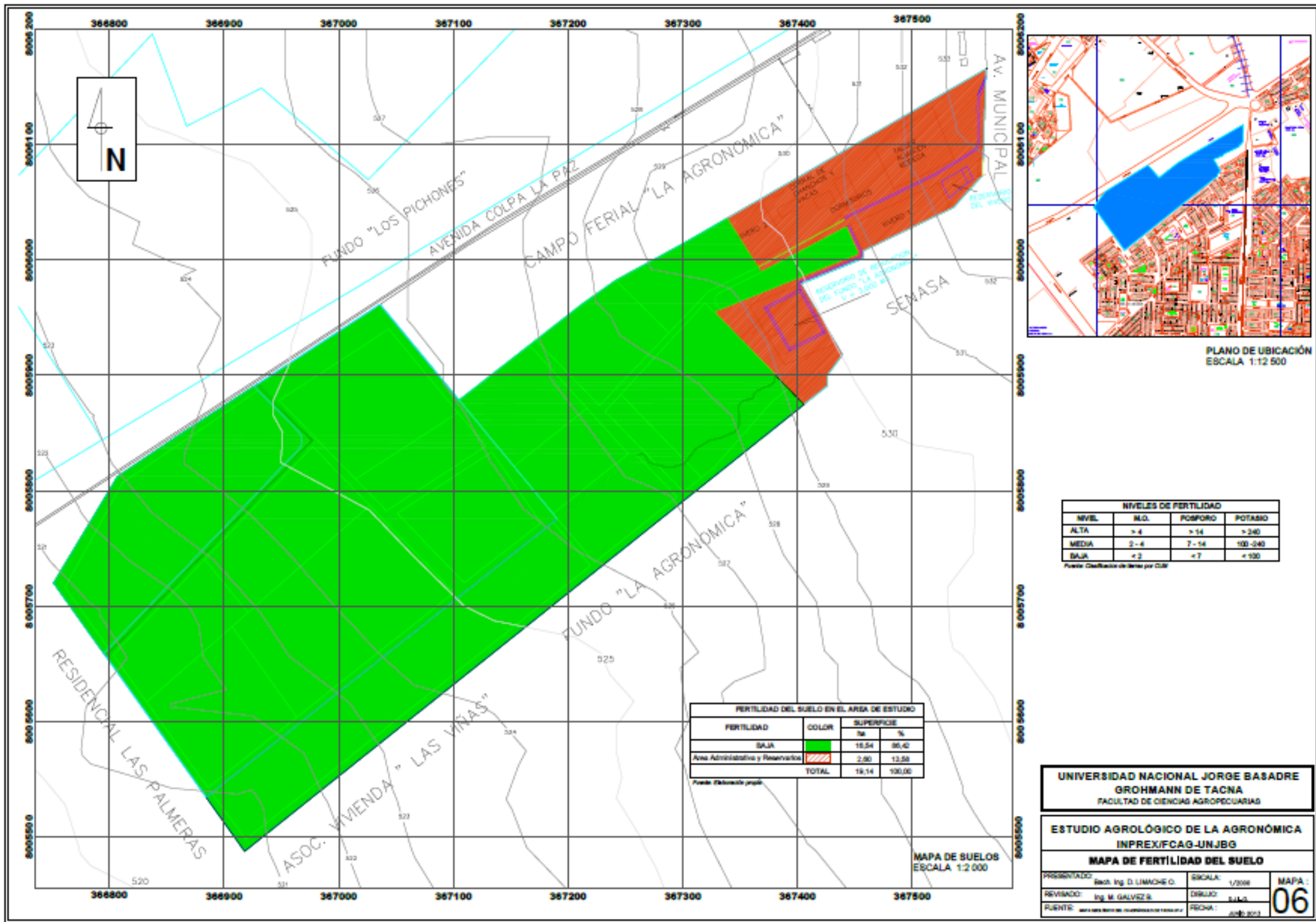
CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS

DESCRIPCIÓN	Proporción %	ÁREA	COLOR	SUPERFICIE ha	%
UNIDADES NO ASOCIADAS					
Tierras aptas para cultivos en bruto por pasto	37.00	10,41	ORANGE	10,41	37,07
Tierras aptas para cultivos permanentes por pasto	30.00	8,38	YELLOW	8,38	30,00
Área Administrativa y Reservas		2,80	GREEN	2,80	10,00
Superficie Total				28,59	100,00

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONOMÍA
INPREX/FCAG-UNJBG

MAPA DE CAPACIDAD DE USO MAYOR DE TIERRAS			
PRESENTADO:	Ing. D. LIMACHE O.	ESCALA:	1/1 900
REVISADO:	Ing. M. GALVEZ R.	DISEÑO:	S.J.L.O.
FUENTE:	www.servicioagrario.gob.pe/ta	FECHA:	2016-2017



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA 1:12 500

NIVELES DE FERTILIDAD			
NIVEL	N.D.	POSFORO	POTASIO
ALTA	> 4	> 14	> 240
MEDIA	2 - 4	7 - 14	100 - 240
BAJA	< 2	< 7	< 100

Fuente: Clasificación de Jones por C&R

FERTILIDAD DEL SUELO EN EL AREA DE ESTUDIO			
FERTILIDAD	COLOR	SUPERFICIE	
		Ha	%
BAJA	■	16,54	86,42
Area Administrativa y Reservada	▨	2,80	13,58
TOTAL		19,34	100,00

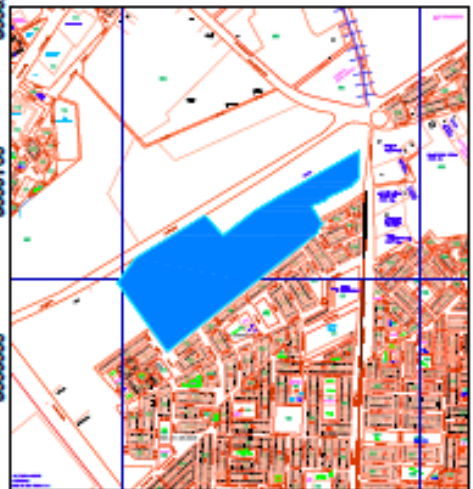
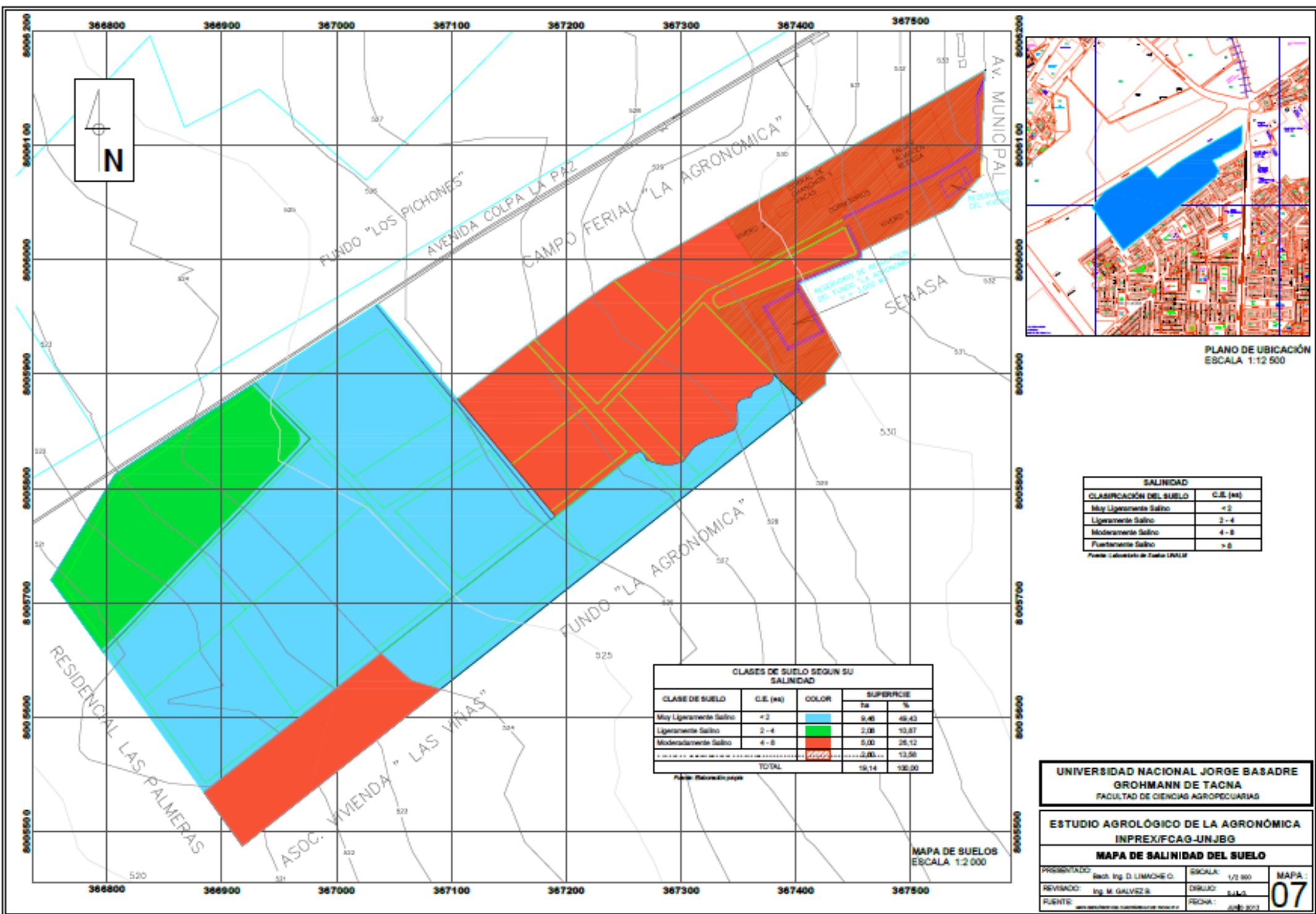
Fuente: Elaboración propia

MAPA DE SUELOS
ESCALA 1:2 000

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONÓMICA
INPREX/FCAG-UNJBG

MAPA DE FERTILIDAD DEL SUELO			
PRESENTADO:	Rech. Ing. D. LIMACHE O.	ESCALA:	1/3000
REVISADO:	Ing. M. GALVEZ S.	DISEÑO:	S.M.A.
FUENTE:	MAPA DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G. GROHMANN DE TACNA	FECHA:	2006.003



PLANO DE UBICACIÓN
ESCALA 1:12 500

SALINIDAD	
CLASIFICACIÓN DEL SUELO	C.E. (m)
Muy Ligeramente Salino	<2
Ligeramente Salino	2-4
Moderadamente Salino	4-8
Fuertemente Salino	>8

Fuente: Laboratorio de Suelos UNJBG

CLASES DE SUELO SEGUN SU SALINIDAD				
CLASE DE SUELO	C.E. (m)	COLOR	SUPERFICIE	
			Ha	%
Muy Ligeramente Salino	<2	Light Blue	9.46	49.43
Ligeramente Salino	2-4	Green	2.08	10.67
Moderadamente Salino	4-8	Red	5.00	25.12
			2.08	10.67
TOTAL			19.14	100.00

Fuente: Laboratorio de Suelos

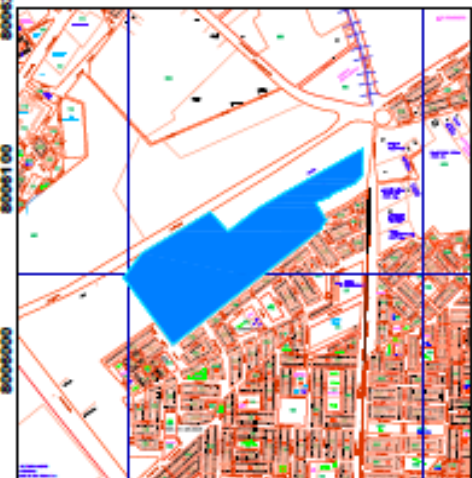
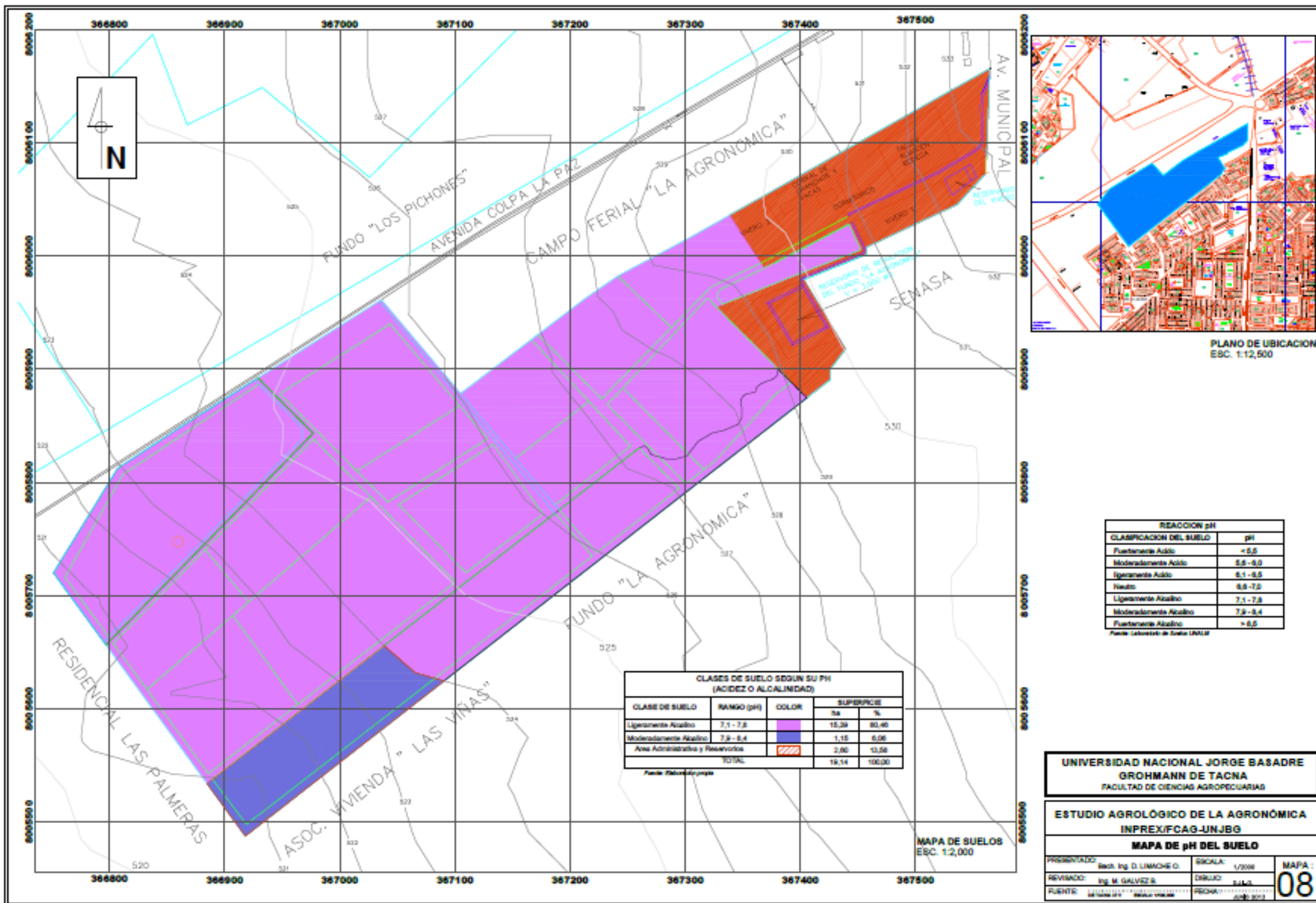
MAPA DE SUELOS
ESCALA 1:2 000

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONÓMICA
INPREX/FCAG-UNJBG

MAPA DE SALINIDAD DEL SUELO

PRESENTADO: Rech. Ing. D. LIMACHE O. ESCALA: 1/2 000 MAPA:
 REVISADO: Ing. M. GALVEZ S. DIBUJO: J. L. G. FECHA: 2016/03/07
 FUENTE: www.servicioagrario.gob.pe/



PLANO DE UBICACION
ESC. 1:12,500

CLASES DE SUELO SEGUN SU PH
(ACIDEZ O ALCALINIDAD)

CLASE DE SUELO	RANGO (pH)	COLOR	SUPERFICIE	
			ha	%
Ligeramente Alcalino	7,1 - 7,8	[Purple]	15,34	80,46
Moderadamente Alcalino	7,8 - 8,4	[Blue]	1,15	6,08
Area Administrativa y Reservorios		[Red/White]	2,00	10,58
TOTAL			18,49	100,00

Fuente: Elaboración propia

REACCION pH

CLASIFICACION DEL SUELO	pH
Fuertemente Acido	< 5,5
Moderadamente Acido	5,5 - 6,0
Ligeramente Acido	6,1 - 6,5
Neutro	6,6 - 7,0
Ligeramente Alcalino	7,1 - 7,8
Moderadamente Alcalino	7,9 - 8,4
Fuertemente Alcalino	> 8,5

Fuente: Laboratorio de Suelos UNLUT

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE
GROHMANN DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESTUDIO AGROLÓGICO DE LA AGRONOMÍA
INPREX/FCAG-UNJBG

MAPA DE pH DEL SUELO

PRESENTADO: <small>Revisión</small> Ing. D. LIMACHE O.	ESCALA: 1/3000	MAPA: 08
REVISADO: Ing. M. GALVEZ R.	DISEÑO: S.M.A.	
FUENTE: [Illegible]	FECHA: [Illegible]	

MAPA DE SUELOS
ESC. 1:2,000

