

Universidad Nacional Del Altiplano

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO Y LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA MICROCUEENCA DEL RIO SORANI-AZANGARO- PUNO TESIS

PRESENTADO POR:

CLENIO CHURA HUAQUISTO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO - PERÚ
2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
TESIS:

GESTION DEL RECURSO HIDRICO Y LA PRODUCCION AGRICOLA
EN LA MICROCUENCA DEL RIO SORANI - AZANGARO - PUNO


PRESENTADO POR:

CLENIO CHURA HUAQUISTO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

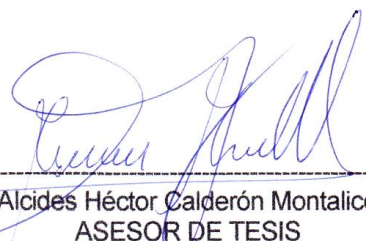
APROBADO POR:



Dr. José Justiniano Vera Santa María
PRESIDENTE

Ing. Edilberto Velarde Coaquira
PRIMER MIEMBRO

Dr. Fermín Chaiña Chura
SEGUNDO MIEMBRO

Ing. Esteban Moisés Vilca Pérez
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Alcides Héctor Calderón Montalico
ASESOR DE TESIS

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA: Gestión de cuencas

LÍNEA: Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente

DEDICATORIA

A Dios padre todo poderoso que ilumina a todos, y nos da vida para poder servir a nuestros semejantes.

Con mucho aprecio y gratitud eterna dedico el presente trabajo de tesis a mis padres Mercedes y Santiago, que con su paciencia y dedicación durante mi formación profesional me han formado e inculcado valores y los deseos de servir a los demás haciendo posible el anhelo deseado.

A mis hermanos: Yovana Arymi, Jair Cleofe y Delis, por su gran apoyo constante para hacer realidad la presente tesis

A mis compañeros de aula, que durante la vida universitaria hemos hecho una gran amistad,

Clenio Chura Huaquisto.

AGRADECIMIENTO

Deseo agradecer a todas las personas que hicieron posible en la concretización del presente trabajo:

A la Universidad Nacional del Altiplano – UNA, en especial a los catedráticos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, por las enseñanzas compartidas y la orientación brindada durante la formación profesional.

A los Ingenieros: Dr. José Justiniano Vera Santamaría, Ing. Edilberto Velarde Coaquira, Dr. Fermín Chaiña Chura, miembros del jurado calificador del presente trabajo.

Al Ingeniero Esteban Moisés Pérez Vilca, por la acertada Dirección del Trabajo de Tesis.

A los Ingenieros: Edilberto Huaquisto Ramos, Daniel Quispe Mamani, Moisés Asparryn Tapia, German Belisario Quispe, quienes con su acertada orientación, hicieron posible la elaboración del presente trabajo.

A mis padres, hermanos, mejores amigos y a todos aquellos que me impulsaron a plasmar el proyecto de tesis.

A todos ellos, muchas gracias

CONTENIDO

	Pág.
CONTENIDO	i
LISTA DE TABLAS	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	12
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	14
1.2. ANTECEDENTES	15
1.3. JUSTIFICACION	18
1.4. OBJETIVOS	19
1.4.1. OBJETIVO GENERAL:	19
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	19
1.5. HIPOTESIS	20
1.5.1. HIPOTESIS GENERAL	20
1.5.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS.....	20
CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	21
2.1. GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO	21
2.1.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO	23
2.1.1.1. Oferta	24
2.1.1.2. Demanda	24
2.1.1.2.1. Coeficiente de cultivo (kc).	26
2.1.1.2.2. Precipitación Efectiva.	27
2.1.1.2.3. Demanda de Agua del Proyecto.....	27
2.1.1.3. Calidad.	28
2.1.1.4. Área de Riego	29
2.1.1.5. Ubicación de la Fuente	29
2.1.2. TECNOLOGÍA DE RIEGO.....	29
2.1.2.2. Infraestructura de Riego.	29
2.1.2.3. Tipo de Riego	31
2.1.3. FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA.....	33
2.1.3.2. Superficie	33
2.1.3.3. Topografía	38
2.1.3.4. Altitudes Características	39
2.1.3.5. Geología y Suelo	39
2.1.3.6. Cobertura	39
2.1.4. ORGANIZACIÓN	40
2.1.4.2. Planificación	40
2.1.4.3. Modalidades de Organización	41
2.2. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	41
2.2.1. RENDIMIENTO.....	43
2.2.1.2. Cantidad	43
2.2.2. INGRESO ECONÓMICO.....	43
2.3. MARCO CONCEPTUAL	44
2.3.1. GESTION.....	44

2.3.2.	RECURSOS HIDRICOS.....	45
2.3.3.	GESTION DEL RECURSO HIDRICO.....	46
2.3.4.	PRODUCCION AGRICOLA.....	46
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.....		47
3.1.	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	47
3.1.1.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.....	47
3.1.1.1.	Ubicación Política.....	47
3.1.1.2.	Ubicación Geográfica.....	47
3.1.1.3.	Accesibilidad	47
3.1.2.	CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA DE ESTUDIO	48
3.1.2.1.	Localización	48
3.1.2.2.	Clima.....	48
3.1.2.3.	Fisiografía	49
3.1.2.4.	Suelos.....	49
3.1.2.5.	Recurso Hídrico.....	50
3.1.2.6.	Ecología	51
3.1.2.7.	Flora.....	51
3.1.2.8.	Fauna.....	52
3.1.2.9.	Ganadería.....	53
3.1.2.10.	Características Socio Económicas.....	54
3.1.2.10.1.	Población	54
3.1.2.10.2.	Nivel de vida y actividad principal de la población.	54
3.1.2.11.	Infraestructura, Salud Educación Vivienda y Vías de Comunicación.....	55
3.2.	MATERIAL Y EQUIPO.....	55
3.3.	METODOLOGIA	56
3.3.2.	DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO	58
3.3.2.10.	Inventariado del Recurso Hídrico en la Microcuenca del rio Sorani.....	58
3.3.2.11.	Demanda	58
3.3.2.12.	Oferta.....	61
3.3.2.13.	Calidad	66
3.3.2.14.	Área de Riego	66
3.3.2.15.	Ubicación de la Fuente	66
3.3.2.16.	Infraestructura de Riego	67
3.3.2.17.	Tipo de Riego.....	67
3.3.3.	FISIOGRAFIA DE LA CUENCA.....	67
3.3.3.10.	Superficie	67
3.3.3.11.	Topografía.....	68
3.3.3.12.	Altitudes Características	68
3.3.3.13.	Geología y Suelo	69
3.3.3.14.	Cobertura	69
3.3.4.	MODALIDAD DE ORGANIZACIÓN.....	69
3.3.5.	CANTIDAD	70
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION		71

4.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO DE LAS SUBCUENCAS	71
4.2. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE LAS SUBCUENCAS	74
4.2.1. SUPERFICIE DE LAS SUBCUENCAS.....	74
4.3. NIVEL ORGANIZACIONAL DE LA POBLACIÓN EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO.	85
4.4. RENDIMIENTO DE CULTIVOS	85
4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL	86
4.6. RESULTADOS DEL PROCESO DE ENCUESTAS EN LA MICROCUENCA SORANI	90
4.6.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.	91
4.6.2. DISCUSION.....	107
4.6.2.1. Disponibilidad del recurso hídrico.....	107
4.6.2.2. Fisiografía de la cuenca.....	107
4.6.2.3. Organización.....	108
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	109
5.1. CONCLUSIONES.....	109
5.2. RECOMENDACIONES	111
BIBLIOGRAFÍA.....	113
ANEXOS	

LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Funciones de la gestión de los recursos hídricos en una cuenca	22
Tabla 2. Forma de la cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad.....	37
Tabla 3. Clases de pendiente de una cuenca.....	38
Tabla 4. Vías de acceso al ámbito de estudio (2012).....	47
Tabla 5. Número de familias en la microcuenca del río Sorani	54
Tabla 6. Gasto unitario q ($m^3/s/mm/km^2$), en función del tiempo de concentración T_c (horas).	60
Tabla 7. Numero de curva N para complejos hidrológicos de suelo.....	63
Tabla 8. Condición hidrológica.	64
Tabla 9. Grupo hidrológico de suelo.....	64
Tabla 10. Gasto unitario q ($m^3/s/mm/km^2$), en función del tiempo de concentración T_c (horas)	65
Tabla 11. Cuadro de inventario del recurso hídrico	72
Tabla 12. Disponibilidad de recursos hídricos de las subcuencas	73
Tabla 13. Factores de Forma de las Subcuencas	79
Tabla 14. Índice de Compacidad de las Subcuencas	79
Tabla 15. Índice de Pendiente de las Subcuencas	80
Tabla 16. Pendientes de las Subcuencas	84
Tabla 17. Características fisiográficas y rendimiento de las cuencas vecinas, para la generación del modelo matemático.	85
Tabla 18. Rendimiento de cultivos.....	86
Tabla 19. Análisis de Varianza para los datos para los factores del recurso hídrico y la producción agrícola.	87
Tabla 20. Calculo de coeficientes con el SPSS.....	88
Tabla 21. Resumen del modelo matemático.	90
Tabla 22. Niveles de calificación de la cantidad de agua con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego	91
Tabla 23. Uso del agua a la actividad agrícola, consumo humano y a la ganadería.	92
Tabla 24. Niveles de calidad del agua para riego.....	93
Tabla 25. Niveles de suficiencia en el área de riego para satisfacer la demanda del consumo del ganado	94
Tabla 26. Niveles de dificultad sobre la ubicación de la fuente de agua, para el aprovechamiento en el uso del riego	95
Tabla 27. Niveles del uso adecuado de la infraestructura con que se cuenta actualmente para de fines de riego	96
Tabla 28. Niveles del uso suficiente de la infraestructura de riego con que se cuenta actualmente	97
Tabla 29. Tipo de riego que se utiliza en las parcelas de riego	98
Tabla 30. Niveles de calificación del sistema de riego que se usa en las parcelas	99
Tabla 31. Niveles de dificultad de la forma del área de las parcelas en el manejo de un sistema de riego	100

Tabla 32. Desniveles de las parcelas de riego que dificultan el manejo de las tecnologías de riego	101
Tabla 33. Niveles de dificultad de la altitud para el desarrollo normal de las plantas	103
Tabla 34. Niveles de dificultad en el tipo de cobertura vegetal para realizar las actividades agrícolas	104
Tabla 35. Niveles de calificación del tipo de suelo que se usa para la actividad agrícola	105
Tabla 36. Tipo de organización o junta de usuarios relacionado al uso adecuado del recurso hídrico	106

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Funciones básicas para la gestión de los recursos hídricos	22
Figura 2. Curvas Hipsométrica.....	35
Figura 3. Balance hidrológico en la subcuenca de Sorani	74
Figura 4. Curvas hipsométricas características, según STRAHLER.....	75
Figura 5. Curva Hipsométrica y de Frecuencia de Altitudes – Sub cuenca Sorani.....	75
Figura 6. Curva Hipsométrica y de Frecuencia de Altitudes – Sub cuenca Mallkini.	76
Figura 7. Rectángulo equivalente de la sub cuenca de Mallkini	82
Figura 8. Rectángulo equivalente de la sub cuenca de Sorani	83
Figura 9. Niveles de calificación de la cantidad de agua con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego	91
Figura 10. Dedicación del agua a la actividad agrícola al consumo humano y a la ganadería	92
Figura 11. Niveles de calidad del agua para riego en la microcuenca del rio Sorani....	93
Figura 12. niveles de suficiencia en el área de riego para satisfacer la demanda del consumo del ganado	94
Figura 13. niveles de dificultad en la ubicación de la fuente de agua, para el aprovechamiento en el uso del riego	95
Figura 14. niveles del uso adecuado de la infraestructura con que se cuenta actualmente para de fines de riego	96
Figura 15. niveles del uso suficiente de la infraestructura de riego con que se cuenta actualmente	97
Figura 16. tipos de riego que se utiliza en las parcelas de riego	98
Figura 17. niveles de calificación del sistema de riego por gravedad que se usa en las parcelas.	99
Figura 18. niveles de dificultad de la forma del área de las parcelas en el manejo de un sistema de riego	100
Figura 19. desniveles de las parcelas de riego que dificultan el manejo de las tecnologías de riego	102
Figura 20. niveles de dificultad en la altitud para el desarrollo normal de las plantas	103
Figura 21. niveles de dificultad en el tipo de cobertura vegetal para realizar las actividades agrícolas	104
Figura 22. niveles de calificación del tipo de suelo que se usa para la actividad agrícola	105
Figura 23. organización o junta de usuarios relacionado al uso adecuado del recurso hídrico	106

LISTA DE ANEXOS

- **ANEXO A:** HOJA IPRH PARA REALIZAR EL INVENTARIADO DE LAS FUENTES DE AGUA.
- **ANEXO B:** CALCULO DE LA DEMANDA AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS - MALLKINI.
- **ANEXO C:** CALCULO DE LA DEMANDA AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS – SORANI.
- **ANEXO D:** GENERACION DE CAUDALES DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE MUÑANI.
- **ANEXO E:** RENDIMIENTO DE CULTIVOS DE LA DRA-PUNO Y EMPRESA MICHELL & C.I.A.
- **ANEXO F:** CÁLCULOS DE LOS FACTORES FISIOGRAFÍA DE LAS SUBCUENCAS
- **ANEXO G:** HOJA DE ENCUESTAS UTILIZADO EN ESTUDIO.
- **ANEXO H:** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA
- **ANEXO I:** PANEL FOTOGRÁFICO
- **ANEXO P:** PLANOS DE LAS SUBCUENCAS.

RESUMEN

El presente estudio ha determinado como problema la carencia de agua en las parcelas de riego, por la falta del recurso hídrico, para lo cual el objetivo es analizar la problemática hídrica actual, en la microcuenca del río Sorani y analizar la influencia de las características fisiográficas de la cuenca, calidad y cantidad del recurso hídrico en la producción agrícola, desde dos puntos de vista, como la administración del recurso hídrico de la empresa MICHELL & C.I.A. y la administración de la comunidad Sorani.

Se determinó, mediante el inventario la cantidad del recurso hídrico, utilizando el formato del Inventario y Planeamiento del Recurso Hídrico y generación de caudales a partir de precipitaciones de la estación de Muñani. Teniendo en el balance, que solo hay escases de agua desde los meses de mayo a agosto.

Se determinó mediante cálculos, los factores fisiográficos de la cuenca, mediante un estudio descriptivo y exploratorio en 22 familias, se realizó una encuesta, buscando percepciones sólidas sobre la situación actual del recurso hídrico en la producción agrícola.

Se utilizaron registros mensuales de producción de avena forrajera y pastos cultivos, se toma estos dos cultivos como referencia ya que la empresa solo hace los cultivos ya anteriormente mencionados.

Teniendo como resultado que la producción a nivel de la empresa es mayor que la comunidad, esto debido a la falta de organización para el uso adecuado del recurso hídrico, falta de infraestructura de riego.

Llegando a la conclusión que los factores fisiográficos tales como la altitud (X_1), factor de forma de la cuenca (X_2), si influyen en la producción agrícola (Y), como explica el modelo matemático generado, $\hat{Y} = 28600.536 - 2.663X_1 + 2981.514X_2 + \varepsilon_i$. La disponibilidad del recurso hídrico es suficiente para el área de riego que se usa actualmente ($64.37 \text{ l/s} > 18.15 \text{ l/s}$). Teniendo solo una escases desde los meses de mayo hasta agosto.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación titulado: Gestión del Recurso Hídrico y la Producción Agrícola en la Microcuenca del río Sorani – Azangaro - Puno, tiene como propósito determinar la influencia de los factores fisiográficos, cantidad del recurso hídrico disponible para la agricultura y la organización, en el rendimiento de los cultivos tales como la avena forrajera y pastos cultivados mediante un modelo matemático. Esta investigación tiene como finalidad, dar a conocer a los pobladores, sobre qué factores influyen en el rendimiento de sus cultivos, y también dar a conocer la disponibilidad del recurso hídrico para la producción agrícola en la microcuenca del río Sorani. Con fines de convalidar lo afirmado anteriormente, el trabajo de investigación está estructurado en los cinco capítulos, los cuales están organizados de la siguiente manera.

El Capítulo I, explica la razón del planteamiento del problema, formando parte de ello la descripción, antecedentes, justificación, los objetivos y las hipótesis de investigación, a los que se arriba.

En el capítulo II, se sustenta el marco teórico de la investigación; el cual está compuesto por la revisión de literatura de acuerdo a las variables e indicadores, y el marco conceptual básico.

En el Capítulo III, se explica la metodología de la investigación tomando en consideración los siguientes puntos:

Tipo y diseño de investigación; población y muestra de la investigación; los materiales y equipos usados, las técnicas o instrumentos de recolección de datos y el plan de tratamiento de datos.

Capítulo IV, se presenta el análisis e interpretación de los resultados de los cálculos obtenidos en la determinación de las variables de la investigación. Tomando en cuenta las encuestas, los resultados de los cálculos realizados, análisis estadístico y análisis de agua. Para la interpretación de los cuadros y gráficos.

Finalmente, en el Capítulo V, se da a conocer las conclusiones y las recomendaciones a las que se arribaron, adjuntándose además los respectivos anexos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La microcuenca del río “Sorani” constituye un espacio geográfico con un significativo potencial de recursos naturales, de los cuales los más importantes por su magnitud y disponibilidad no son aprovechadas por las limitaciones climatológicas, su baja densidad poblacional, la falta de infraestructura de riego a nivel de parcela y la falta de una organización (para uso eficiente del recurso hídrico).

En las partes altas, no han merecido la atención de parte del gobierno ni mucho menos de inversionistas privados, para promover el aprovechamiento racional y sostenido de sus recursos.

A nivel de esta microcuenca se tiene un significativa extensión de pasturas naturales abandonadas por falta del recurso hídrico, debido al desconocimiento del balance entre oferta y demanda de las necesidades, identificación de problemas y/o conflictos, identificación de proyecto en operación/estudio y síntesis de la situación actual y necesidades de estudios; las cuales bien podrían ser recuperados y/o superados mediante medidas y estructuras que posibiliten el uso racional de la disponibilidad hídrica en áreas con requerimiento del recurso agua.

Por consiguiente en la microcuenca de “Sorani” que en la actualidad se encuentra con una serie de limitaciones para su desarrollo económico,

debido a la heterogeneidad existente. Uno de ellos es la irregularidad y variabilidad de sus fuentes de alimentación hídrica (uso doméstico y para animales), ya que la abundancia y escasez de agua existente en la microcuenca en estudio; ponen como responsabilidad al estudio y planeamiento para formular proyectos de desarrollo de acuerdo a los intereses de reproducción de los campesinos ganaderos y agricultores de la microcuenca en estudio.

Además unos de los factores que influyen en la mala administración y/o uso del recurso hídrico es la carencia de organización a nivel de usuarios, planificación en el uso del recurso hídrico y por falta de la aplicación de políticas públicas de recursos hídricos.

¿Cómo se está aprovechando en la actualidad el recurso hídrico en la producción agrícola en la microcuenca del río Sorani - Muñani?

1.2. ANTECEDENTES

En el año 2006 se realizó el estudio, Vásquez (2006), “Gestión y evaluación del uso de los recursos hídricos, en el sector agrario, valle Chancay Lambayeque 1996 –2004, realizado por el ing. Thomas Antonio Vásquez Montenegro, de la Universidad particular de Chiclayo, cuyo problema general era ¿en qué medida la gestión y evaluación del uso del recurso hídrico en los sistemas de riego influyen en el agotamiento progresivo del agua en el valle Chancay-Lambayeque periodo 1996-2004? cuyo objetivo general fue analizar la problemática hídrica actual en el

contexto de las nuevas políticas agrarias y ambientales, dentro del paradigmático desarrollo sostenible o sustentable en el sector agrario del valle. Planteándose la siguiente hipótesis, la gestión y evaluación del uso de los recursos hídricos en los sistemas de riego influyen significativamente en términos de volumen, cantidad y calidad. Evitando así el deficiente manejo de riego y por ende mejorar la rentabilidad y competitividad de la agricultura de riego, mediante el aprovechamiento intensivo y sostenible de las tierras y el incremento de la eficiencia en el uso del agua en el valle chancay. Para obtener la información básica a fin de cumplir con los objetivos propuestos y para probar las hipótesis planteadas, se utilizó los siguientes instrumentos de recolección de datos: cuadros estadísticos, series históricas, registros mensuales, registros de pagos, cuadros de registros. Teniendo como conclusiones. Las pérdidas por conducción y distribución se deben a dos factores principales: a la pésima infraestructura física, falta de capacitación a los usuarios especialmente a los dirigentes en la gestión del recurso hídrico. No existe una adecuada planificación incrementándose las áreas de cultivo especialmente de arroz; trayendo como consecuencia mayores volúmenes de agua y salinización de suelos. Falta una mayor participación del estado, del gobierno regional, de las organizaciones privadas y de la sociedad civil en pleno.

En el 2003 el ministerio de agricultura a través de la oficina de administración técnica del distrito riego Ramis se hizo un estudio integral de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis, cuyo problema general era

la carencia de contar de base de datos ordenado de ríos, de las fuentes hídricas. cuyo objetivo general fue realizar el inventario de fuentes hídricas es el de contar con una base de datos ordenada de ríos, quebradas, manantiales y lagunas plasmados en un sistema de información geográfica de manera que ésta permita una mejor gestión hídrica de la cuenca del río Ramis. La metodología seguida fue PRIMERO: Recopilación de Información (Se recopiló información procedente de diferentes instituciones especialmente de aquellas localizadas en el ámbito de trabajo), Adquisición de información cartográfica, SEGUNDO: Trabajos de campo (Reconocimiento de la cuenca, Medición de las fuentes de agua, Coordinación con los técnicos encargados del Distrito de riego y Sub-distrito de riego, Identificación y ubicación de fuentes de agua (Prioritariamente se realizó el aforo en las confluencias de los ríos) TERCERO: Trabajos de Gabinete (Análisis de Información de los datos de aforos tomados en campo fueron plasmados en el mapa de la cuenca), Sistematización de la información (se procedió a identificar cada punto de aforo con un código de identificación, Estos datos fueron alimentados a la base de datos del SIG), Elaboración de informes mensuales (en base a la información de campo, consistió en realizar el inventario de fuentes de agua superficiales y aforos de ríos, quebradas, manantiales y lagunas. Teniendo como conclusión para el ámbito de estudio Lagunas Se aforó un total de 04 lagunas, las mismas que se encuentran ubicados en la provincia de Azángaro, distrito de Azángaro. Las descargas, en esta época de estiaje son nulas, porque las

lagunas están debajo de su nivel y/o se encuentran secas. Manantiales Se aforó un total de 03 manantiales, los que se encuentran ubicados en la provincia de Azángaro, distrito de San Juan de Salinas. La descarga promedio es de 0.0002 m³/s. Ríos Se aforó un total de 08 ríos, los que se encuentran ubicados en la provincia de Azángaro, distritos de Azángaro, Achaya, Arapa, Asillo y San Juan de Salinas. La descarga promedio es de 1.562 m³, la descarga máxima está ubicado en el río Azángaro, antes de la confluencia con el río Pucara (Ayaviri) con un $Q = 6.380 \text{ m}^3$. El principal afluente de esta subcuenca es el río Azángaro. Quebradas Se han aforado un total de 07 quebradas, los que se encuentran ubicados en la provincia de Azángaro, distritos de Arapa y Santiago de Pupuja. Las descargas tienen un promedio de 0.002 m³.

1.3. JUSTIFICACION

La presente investigación se justifica porque la mayor parte de la inversión que el gobierno central a través de sus programas, los gobiernos regionales y locales, está orientada a la mejora del aspecto infraestructura (construcción de obras de derivación, elaboración de estudios para mejoramiento de la infraestructura de riego, etc.), suponiendo que la mayor parte de las pérdidas que se presentan en el sistema son consecuencias de aspectos meramente naturales. Sin embargo la diferencia entre la eficiencia de conducción y distribución no puede ser justificada solamente por la falta de revestimiento de canales y de obras de control dentro de las sub-

subcuencas; todo indica que el factor determinante de las bajas eficiencias está en el accionar humano.

Así mismo es importante implementar una gestión eficiente del recurso hídrico, permitiendo al usuario recibir el agua en el momento oportuno y en las cantidades suficientes, para la toma de decisiones a nivel de usuarios, para acuerdos tomados en asambleas asumiendo responsabilidades de carácter ejecutivo y capacitando a los regantes de manera que estas medidas van a facilitar que el usuario asuma riesgos y cambie los cultivos tradicionales por cultivos alternativos contando con el apoyo técnico y financiero de sus organizaciones.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la gestión del recurso hídrico y la producción agrícola en la microcuenca del río Sorani – Muñani.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar la disponibilidad del recurso hídrico en las fuentes en la microcuenca del río Sorani – Muñani.
2. Determinar la influencia de los factores fisiográficos en el uso del recurso hídrico con fines de riego en la microcuenca del río Sorani – Muñani.
3. Determinar el nivel organizacional de la población en el uso de los recursos hídricos de la microcuenca del río Sorani – Muñani.

1.5. HIPOTESIS

1.5.1. HIPOTESIS GENERAL

La mala administración del recurso hídrico influye significativamente en términos de cantidad y volumen en la producción agrícola en la microcuenca del río Sorani.

1.5.2. HIPOTESIS ESPECIFICOS

1. La cantidad del recurso hídrico disponible actualmente no es suficiente para toda el área de riego de la sub cuenca del río Sorani – Muñani.
2. Los factores fisiográficos influyen en el uso inadecuado del recurso hídrico con fines de riego en la sub cuenca del río Sorani – Muñani.
3. El nivel organizacional de la población tiene relación con el uso de los recursos hídricos en la sub cuenca del río Sorani – Muñani.

CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

Van y Jaspers, (2000); La gestión de los recursos hídricos comprende el manejo de las aguas superficiales y subterráneas en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico, desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades de la sociedad en materia de agua. En la práctica esto significa reconocer que los sistemas hídricos ecológicamente saludables y en pleno funcionamiento constituyen la base de un uso sostenible por parte del hombre, la flora y la fauna; y reconocer que el manejo de estos sistemas debe tener en consideración todos los intereses relacionados con el recurso hídrico.

Las funciones básicas sugeridas para la gestión de los recursos hídricos en una cuenca se presentan en la Figura 01, y la Tabla 01 brinda una definición de estas funciones. Para ilustrar las funciones, se han ejemplificado varias actividades para cada una de las funciones.



Figura 1. *Funciones básicas para la gestión de los recursos hídricos*

Tabla 1. *Funciones de la gestión de los recursos hídricos en una cuenca*

FUNCION	Ejemplo de actividades
<p>Participación de los grupos de interés: Implementar la participación de los grupos de interés como base para la toma de decisiones que tiene en cuenta los mejores intereses de la sociedad y el medioambiente en el desarrollo y uso de los recursos hídricos de la cuenca.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar y mantener un proceso activo de participación de los grupos de interés a través de actividades de consulta regulares. • Brindar asesoramiento especializado y asistencia técnica a autoridades locales y a otros grupos de interés de la GIRH.
<p>Asignación del agua: asignar el agua a los principales usuarios y usos del agua, manteniendo los niveles mínimos para el uso social y medioambiental mientras se tratan las necesidades de equidad y desarrollo de la sociedad [Modulo 5]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Autorizar los usos de los recursos hídricos incluyendo la aplicación de los mismos.
<p>Control de la contaminación: gestionar la contaminación a través de principios "quien contamina paga" e incentivos adecuados para reducir los problemas más importantes de contaminación y minimizar el impacto medioambiental y social. [Módulo 6]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los principales problemas de contaminación. • Autorizar y gestionar a los contaminadores.
<p>Control de los recursos hídricos, el uso del agua y la contaminación:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar encuestas hidrológicas, geográficas y socioeconómicas para los

<p>implementar sistemas de control efectivos que proporcionen información esencial de gestión e identificar y responder a las violaciones de las leyes, las normas y los permisos. [Módulo 7]</p>	<p>propósitos del planeamiento y desarrollo de los recursos hídricos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar, actualizar y mantener una base de datos hidrométricos necesaria para controlar el cumplimiento de la asignación del uso del agua
<p>Información de gestión: proporcionar información esencial necesaria para la toma de decisiones fundadas y transparentes para el desarrollo y la gestión sostenible de los recursos hídricos en la cuenca. [Módulo 8]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Definir las producciones de información que necesiten los administradores de los recursos hídricos y los diferentes grupos de interés en una cuenca fluvial. • Organizar, coordinar y gestionar las actividades de gestión de la información para que los administradores de los recursos hídricos y los grupos de interés obtengan la información que necesiten.
<p>Gestión económica y financiera: aplicar las herramientas económicas y financieras para la inversión, la recuperación de costes y el cambio de comportamiento para respaldar las metas de acceso equitativo y los beneficios sostenibles para la sociedad del uso del agua. [Módulo 9]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar tasas y cargos para el uso del agua y la contaminación.
<p>Planeamiento de la cuenca: preparar y actualizar regularmente el Plan de la cuenca al incorporar los puntos de vista de los grupos de interés sobre las prioridades de desarrollo y gestión de la cuenca. [Módulo 10]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un análisis de la situación con los grupos de interés. • Evaluar futuros desarrollos en la cuenca.

2.1.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Vasquez y Chang, (1992); desde el punto de vista hidrológico se entiende por disponibilidad de agua a la cantidad de agua. Esta cantidad de agua puede provenir directamente de la lluvia o estar disponible en ríos, quebradas o lagunas. La demanda puede ser poblacional, agrícola, pecuaria, pisigranja, hidroeléctrico, etc. El uso del agua es múltiple dentro de la cuenca; por esta razón es muy importante hacer una buena evaluación de la disponibilidad del agua cuando se está efectuando planes de desarrollo y manejo de cuencas.

Serruto, (1987); Define que el balance hidrológico o hídrico viene hacer una especie de contabilidad, que representa por una parte: los ingresos, ganancias o incrementos de agua; todo esto es un sistema dado, que puede ser un embalse, un acuífero, una cuenca, una columna de suelo, etc. Durante un tiempo específico, que los parámetros fundamentales del balance hidrológico viene a ser: espacio y tiempo.

2.1.1.1. Oferta

Molina, (2005); se refiere a medición de caudales, los diferentes elementos del ciclo hidrológico, la escorrentía es el único que se puede medir directamente con una precisión. Este se consigue mediante el aforo de los ríos, que consiste en la medición del caudal de agua que pasa en un momento dado por un punto de su curso que se llama estación de aforo.

2.1.1.2. Demanda

Olarte, (2008) La Demanda de agua de un proyecto de riego, es el requerimiento de agua que necesita una cédula de cultivos establecidos en un espacio físico determinado, con la finalidad de poder crecer, respirar y transpirar, sin que se marchite ni se caliente demasiado, vale decir para poder cumplir los procesos fisiológicos que ocurren en la planta.

El estudio de la demanda de agua para riego tiene por objeto identificar, comparar y analizar las diferencias obtenidas entre la demanda, el suministro y el consumo de agua para riego en cada unidad de superficie.

El cálculo se realiza tanto para los regadíos existentes como para el resto de las zonas estudiadas. Los cálculos se realizan con los datos meteorológicos medios para los periodos y estaciones disponibles. Los principales aspectos que se analizan son:

- Regadíos existentes.
- Cálculo de las demandas actuales y futuras necesarias para satisfacer las necesidades de los cultivos.
- Estado actual de los regadíos en relación con el suministro.
- Definición del suministro actual.
- Cálculo de los retornos de riego.
- Estimación de los consumos.
- Cálculo de los recursos adicionales necesarios en los regadíos infradotados.
- Determinación del ahorro de agua derivado de los programas de actuación.
- Regadíos en ejecución y nuevas transformaciones en regadío.
- Estimación de demandas y consumo.
- Variación de la demanda entre la situación actual y la situación futura.

Vasquez, (1995); La evapotranspiración es uno de los factores más importantes que intervienen en un balance hidrológico, ya sea que este se analice a nivel de cuenca, región o proyecto, siendo este último el que realmente interesa para los efectos del cálculo de la demanda de agua de

los cultivos. Para determinar las necesidades de agua que requieren los cultivos dentro de la zona de estudio se deben de tener presente los cálculos de los siguientes parámetros:

La evapotranspiración potencial, el factor de cultivo (K_c), evapotranspiración real, precipitación efectiva, eficiencia de riego.

2.1.1.2.1. Coeficiente de cultivo (k_c).

Vasquez, (1995); Es el factor indica el grado desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo de cual se quiere evaluar el consumo de agua. Los factores que afectan los valores del K_c son principalmente las características del cultivo, durante el periodo vegetativo, condiciones climáticas y frecuencia de riego. El coeficiente K_c de cada cultivo varia estacionalmente en función de las fases del desarrollo del mismo para ello se elabora la curva de coeficiente para cada uno de los cultivos.

El K_c promedio se determinó mediante la siguiente formula ponderada:

$$K_c = \frac{K_c 1 * \text{área } 1 + \dots + K_c n * \text{área } n}{\text{Área total}}$$

Salazar, (1980); Define el coeficiente de uso consuntivo (K_c) de un cultivo como la relación entre la demanda de agua del cultivo como la relación entre la demanda de agua del cultivo mantenido a niveles óptimos de agua y la demanda del cultivo de referencia.

$$K_c = \frac{ETA}{ETP}$$

Donde:

ETA = Es la evapotranspiración actual o real del cultivo en estudio.

ETP = Evapotranspiración potencial del cultivo en referencia.

El K_c puede determinarse en el campo o pueden estimarse mediante lo recomendado en la publicación N° 24 de la FAO.

2.1.1.2.2. Precipitación Efectiva.

Guevara, (1995); Es una parte de la lluvia total que queda almacenada en la zona de raíces del suelo. Parte de la lluvia puede perderse por escorrentía superficial. Percolación de la lluvia interceptada por las hojas de las plantas. En las regiones de lluvias fuertes e intensas puede ocurrir que solamente entre y quede almacenada en la litosfera una parte de ellas y por consiguiente, la eficacia de la lluvia será baja.

Para el cálculo de la precipitación efectiva se realiza en nuestro medio el método de WATER POWER RESORCE SERVICE U.S.A. bastante usado por su sencillez y la confiabilidad de sus resultados. Este método consiste en considerar la distribución de la lluvia en forma escalonada para calcular luego la precipitación efectiva.

2.1.1.2.3. Demanda de Agua del Proyecto.

Vasquez y Chang, (1998); Para el cálculo de la demanda de agua del proyecto debe tener en cuenta, por lo tanto todas las pérdidas resultantes de la eficiencia del sistema de distribución del agua de riego y de eficiencia de aplicación de agua al cultivo.

La demanda de agua al proyecto o demanda bruta de riego será igual a la necesidad de riego del cultivo dividido por la eficiencia de riego del proyecto.

$$D_p = \frac{D_a}{E_r}$$

Donde:

D_p = Demanda de agua del proyecto: (m³/ha/mes)

D_a = Demanda neta de riego o demanda de agua

E_r = Eficiencia de riego.

2.1.1.3. Calidad.

Rocha, (2007); es un factor poderoso, factor limitante para su uso no se puede hablar en términos genéricos de buena o mala calidad del agua. Toda gota de agua que se usa en alguna actividad sea doméstica, agrícola o industrial no se pierde ni desaparece si no través del ciclo hidrológico y con el paso del tiempo vuelve a aparecer en algún lugar de la tierra.

Agüero, (1997); Se puede definir como la calidad del agua es aquella agua que al consumirla o aplicarle a las plantas no dañe la estructura de la planta ni dañe al suelo.

Los requerimientos básicos para que el agua se libre de contaminantes.

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso.
- Ser aceptablemente clara (baja turbidez, poco olor, etc.)

- No salina
- Que no contengan sabor y olor desagradables
- Que no cause corrosión (que no manche la ropa).

2.1.1.4. Área de Riego

Es el terreno que se usa directamente para mantener y sustentar activos biológicos en la actividad agrícola. El terreno agrícola no es en sí mismo un activo biológico.

2.1.1.5. Ubicación de la Fuente

Lugar en donde se quiere ubicar la captación o toma de agua para una determinada actividad, cumpliendo con los requerimientos de toma, para que tipo de actividad de captar, las fuentes de agua puede estar en sus condiciones naturales como pueden ser: riachuelo, manantial, afloramientos, filtraciones, etc.

2.1.2. TECNOLOGÍA DE RIEGO

Tecnología de riego se puede definir como aquellos procedimientos técnicos que cuando se aplican, producen ganancias o mejoran la productividad de la tierra y del capital humano.

2.1.2.2. Infraestructura de Riego.

Pejerrey; Se refiere al inventario de infraestructura de riego: es el conocimiento de la infraestructura existente en un distrito de riego, no permite darnos una idea de la magnitud y el estado de desarrollo de utilización de agua, ya que la existencia de obras hidráulicas, de su

conservación y mantenimiento nos servirán como indicativo del nivel técnico con que se trabaja.

De tal manera que es indispensable el levantamiento del inventariado de todas las infraestructuras que sirven de riego de los cultivos, en su construcción y control de toda la infraestructura.

La infraestructura de riego debe cumplir con la función básica de crear condiciones que favorezcan que el agua esté disponible en términos de cantidad, tiempo, seguridad, pero también de oportunidad, es decir, si se tiene agua “ofertada” por la fuente en un determinado periodo en el que se podría cultivar, la infraestructura deberá permitir captar y conducir ciertos volúmenes de agua para que estos sean utilizados, o planteado de otra forma, habría que preguntarse si es que la infraestructura hace posible que el agua esté disponible cuando se la necesita.

Las funciones de la Infraestructura de riego, al estar estrechamente vinculada a la gestión, o más bien al ser un elemento que no puede separarse de ésta, ni de elementos vinculados a la producción agrícola, se puede decir que cumple funciones que van más allá de la función hidráulica o física, e incluso dentro de esta función son varios elementos a tomar en cuenta:

- La infraestructura en un sistema de riego cumple diferentes “funciones hidráulicas” o físicas, estas pueden ser, de acuerdo a la obra, funciones de captación conducción, distribución, medición, etc. Que

están vinculadas con el funcionamiento hidráulico del sistema. función como es la de protección (desarenadores, resaltos, muros de protección, etc.).

En general estas obras hidráulicas en sistemas de riego tienen por objeto mejorar las condiciones de disponibilidad de agua, que debe entenderse a partir no sólo de la cantidad de agua disponible sino también de los siguientes elementos:

- Seguridad en la disponibilidad de agua, es decir si con las obras se garantiza con cierto grado de confiabilidad que el agua estará disponible durante la época prevista.
- El tiempo que el agua está disponible, o sea la permanencia o al contrario la “fugacidad” con la que el agua puede ser captada (por ejemplo grandes obras de toma que permitirían la captación de grandes volúmenes de agua durante el tiempo que dure una avenida solamente, que puede ser de pocas horas).
- La oportunidad con la que el agua se hace disponible, es decir si realmente se podrá disponer de agua cuando más lo requieren los cultivos o los terrenos a ser regados.

2.1.2.3. Tipo de Riego

Gurovich, (1999); dice que el riego es la aplicación oportuna y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer en este, el agua consumida por los cultivos entre dos riegos.

Medina, (1993); Manifiesta que el riego es un medio de aplicar agua artificialmente a los cultivos para complementar la acción de la lluvia. También define más concretamente, como un medio artificial de aplicar el agua a la zona radicular de los cultivos

Pereira y Trout, (1999); Es común referirse al riego en la parcela utilizando dos términos, métodos de riego y sistemas de riego, a veces como sinónimos: se hace aquí una distinción: se entiende por método de riego al conjunto de aspectos que caracterizan el modo de aplica el agua a las parcelas regadas. Y se entiende por sistema de riego al conjunto de equipamientos y técnicas que proporcionen esa aplicación siguiendo un método dado. Estas condiciones los sistema de riego tienen obligatoriamente que ser tratados cuando se habla de los métodos.

Los métodos de riego pueden clasificarse del siguiente modo.

- Riego por superficie o gravedad: comprendido el riego por inundación, en canteras tradicionales y surcos cortos o en canteros con nivelado de precisión. El riego por sumersión en canteros para arroz. El riego por infiltración en surcos o en fajas y el riego por escorrentía libre.

La energía que distribuye el agua por la parcela es la derivada de su propio peso, al circular libremente por el terreno a favor de pendiente. Con este método de riego se suele mojar la totalidad del terreno y requiere el reparto del agua mediante surcos, eras, canteros o alcorques para controlar su distribución.

- Riego por aspersión: con sistemas estáticos y disposición en cuadrícula, fijos o móviles. Con sistema móviles de cañón o ala sobre carro tirada por enrollador o por cable. Y sistemas de lateral móvil. Pivotante o de desplazamiento lineal.

El agua es conducida a presión. Al llegar a los emisores (aspersores) produce gotas que mojan todo el terreno de forma similar a como lo haría la lluvia.

- Riego localizado o micro riego: comprendido el riego por goteo, por difusores o borboteadores, por tubos perforados o porosos, la micro aspersión y el riego sub superficial por tubos perforados y tubos porosos.
- Riego subterráneo: realizado por control de la profundidad de la capa freática.

2.1.3. FISIOGRAFÍA DE LA CUENCA

2.1.3.2. Superficie

Díaz, (1999); la superficie Se refiere al área proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular, donde se obtiene después de delimitar una cuenca. La superficie es considerada como el parámetro físico básico que define una cuenca. La superficie real es aquella que considera el factor pendiente, la cual incrementa la dimensión de las superficies, pero la diferencia entre los resultados es despreciable y una evaluación de tal tipo solo se justificaría en casos de cuencas muy escarpado.

Villón, (2002); se refiere al área proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular, se obtiene después de delimitar la cuenca.

- ***Curvas Características de una Cuenca***

Es a la relación que puesta en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altitud, y la superficie de la cuenca que queda sobre e altitud.

Villón, (2002); es la curva que puesta en coordenadas rectangulares, representa la relación entre la altitud, y la superficie de la cuenca que queda sobre esa altitud.

- ***Curva de Frecuencia de Altitudes***

Villón, (2002); Es la representación gráfica, de la distribución en porcentaje de las superficies por diferentes altitudes es un complemento de la curva hipsométrica. Es un complemento de la curva hipsométrica.

Con las curvas anteriores se puede determinar las siguientes altitudes características.

Altitud media: es la ordenada media de la curva hipsométrica. En ella el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud y el 50% está situado por debajo de ella.

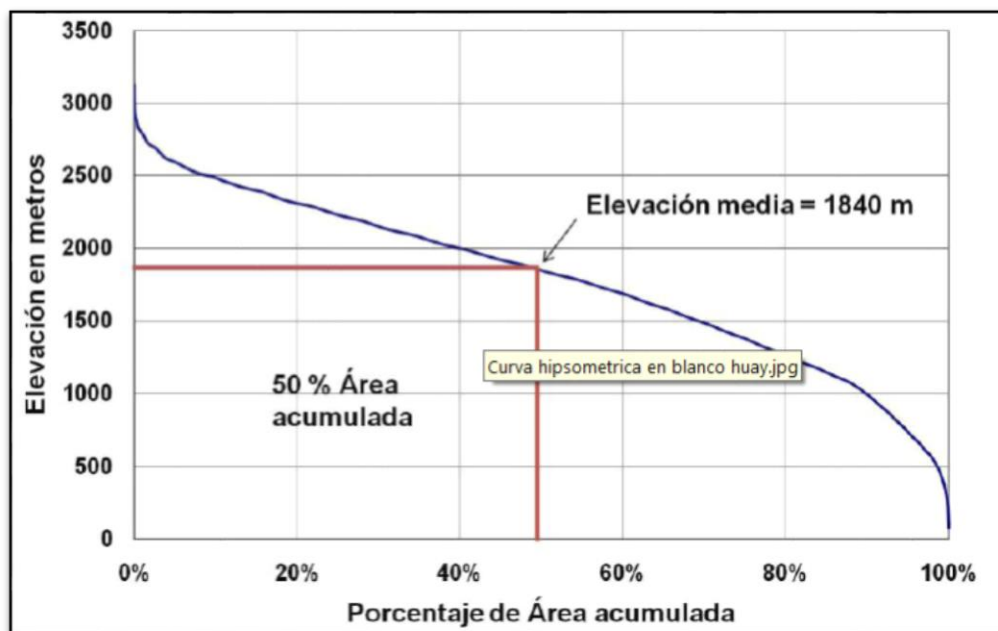


Figura 2. Curva hipsométrica

Altitud más frecuente: es el máximo valor en porcentaje de la curva de frecuencia de altitudes.

Altitud de frecuencia de media: es la altitud correspondiente al plano de abscisa 1/2 de la curva de frecuencia.

Numéricamente la elevación media de la cuenca se obtiene con la siguiente ecuación.

$$E_m = \frac{\sum a \times e}{A}$$

- Donde:
- E_m = elevación media
 - a = área entre dos contornos
 - e = elevación media entre dos contornos
 - A = área total de la cuenca

- **Índice o Factor de Forma de una Cuenca (F).**

Villón, (2002); Expresa la relación, entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud, es decir, si una cuenca tiene un F mayor que otra, existe mayor posibilidad de tener una tormenta intensa simultánea. Por el contrario, si la cuenca tiene un F menor, tiene menos tendencia a concentrar las intensidades de lluvias, que una cuenca de igual área pero con un F mayor.

$$F = \frac{\text{ancho}}{\text{longitud}} = \frac{B}{L} = \frac{A}{L^2}$$

- **Índice de Compacidad (Índice de Gravelius)**

Santillán, (2004); El índice de compacidad de una cuenca, definida por Gravelius expresa la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro equivalente de una circunferencia que tiene la misma área de la cuenca.

$$K = \frac{\text{Perímetro de la cuenca}}{\text{Perímetro de círculo de igual área}} = \frac{P}{P_0} = 0.28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Si $K = 1$, la cuenca será de forma circular, por lo general, para cuencas alargadas se espera que $K > 1$. Las cuencas de forma alargada, reducen las probabilidades de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta que se presenta en el río.

Tabla 2. Forma de la cuenca de acuerdo al Índice de Compacidad de Gravellius

Índice de Compacidad	Forma de la Cuenca
1.0 a 1.25	Casi redonda a Oval - redonda
1.26 a 1.50	Oval - redonda a Oval alargada
1.51 a 1.75	Oval – alargada a Alargada

- **Índice de Pendiente**

Villón, (2002); Es una ponderación que se establece entre las pendientes y el tramo recorrido por el río. Con este valor se puede establecer el tipo de granulometría que se encuentra en el cauce del río. Además expresa en cierto modo, el relieve de la cuenca. Se obtiene utilizando el rectángulo equivalente, con la siguiente ecuación.

$$I_p = \sum_{i=2}^n \sqrt{\beta_i(a_i - a_{i-1})} * \frac{1}{\sqrt{L}}$$

- **Pendiente de la Cuenca**

Santillán, (2004); Tiene una relación importante y compleja con la infiltración, la escorrentía superficial, humedad del suelo y la contribución del agua subterránea a la escorrentía. Es uno de los factores que controla el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje.

Existen diversos criterios para evaluar la pendiente de una cuenca entre las que se pueden citar.

Criterio del rectángulo equivalente, con este criterio, para hallar la pendiente de la cuenca, se toma la pendiente media del rectángulo equivalente, es decir.

$$S = \frac{H}{L}$$

Donde: S = pendiente de la cuenca

H = desnivel total (cota en la parte más alta – cota en la estación de aforo) en Km.

L = lado mayor del rectángulo equivalente, en Km.

A = área total de la cuenca

Tabla 3. Clases de pendiente de una cuenca

Pendiente (%)	Tipo de Relieve
0 a 3	Plano
3 a 7	Suave
7 a 12	Mediano
20 a 35	Accidentado
35 a 50	Fuerte
50 a 75	Escarpado
>75	Muy escarpado

2.1.3.3. Topografía

La topografía representa la relación entre la altitud y la superficie de la cuenca que queda sobre una altitud determinada.

2.1.3.4. Altitudes Características

La elevación media de la cuenca, así como la diferencia entre sus elevaciones extremas, influye en las características meteorológicas, que determinan principalmente las formas de la precipitación, cuyo efecto en la distribución se han mencionado anteriormente. Por lo general, existe una buena correlación, entre la precipitación y la elevación de la cuenca, es decir, a mayor elevación la precipitación es también mayor.

2.1.3.5. Geología y Suelo

Villón, (2002); El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y comparación su contenido de materia orgánica, etc. son factores íntimamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo, predominante en la cuenca, así como su uso influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos.

2.1.3.6. Cobertura

El suelo de acuerdo a sus características físicas y químicas, retendrá el agua con mayor o menor cantidad y rapidez. En días ventosos, la planta se siente exigida a transpirar más, en consecuencia se da el marchitamiento transitorio, período en el cuál la planta no crece. A veces se protege del viento a los cultivos con cortinas de árboles.

2.1.4. ORGANIZACIÓN

Villón B. M.; la organización es el núcleo social con ordenada estructura “es la existencia de procedimientos formales para movilizar y coordinar los esfuerzos de diversos subgrupos, generalmente especializados con miras a alcanzar objetivos comunes.

Andrade, (2005); la organización es "la acción y el efecto de articular, disponer y hacer operativos un conjunto de medios, factores o elementos para la consecución de un fin concreto"

Definición de organización, para cada uno de los siguientes casos:

- **Como entidad:**

Una organización es un sistema cuya estructura está diseñada para que los recursos humanos, financieros, físicos, de información y otros, de forma coordinada, ordenada y regulada por un conjunto de normas, logren determinados fines.

- **Como actividad:**

La organización es el acto de coordinar, disponer y ordenar los recursos disponibles (humanos, financieros, físicos y otros) y las actividades necesarias, de tal manera, que se logren los fines propuestos.

2.1.4.2. Planificación

La planificación concertada y compartida significa definir actividades que campesinos e instituciones consideran necesarias para el logro de los objetivos del proyecto. La concertación ayuda a flexibilizar los plazos o

ajustarlos de acuerdo a las necesidades reales, estableciendo claramente la co-responsabilidad.

Leyva y Cruz; La planificación de la gestión de los recursos hídricos tiene por objeto promover el uso sostenible; equilibrar la oferta con la demanda del agua; conservar y proteger las fuentes naturales en armonía con el desarrollo nacional, regional y local; así como proteger e incrementar de la cantidad de la disponibilidad de agua.

2.1.4.3. Modalidades de Organización

2.2. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

Es el producto recolectado de las actividades agrícolas realizados en un área determinada de la empresa que esperan a ser vendidos procesados o consumidos.

El concepto de producción agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la economía para hacer referencia al tipo de productos y beneficios que una actividad como la agrícola puede generar. La agricultura, es decir, el cultivo de granos, cereales y vegetales, es una de las principales y más importantes actividades para la subsistencia del ser humano, por lo cual la producción de la misma es siempre una parte relevante de las economías de la mayoría de las regiones del planeta, independientemente de cuan avanzada sea la tecnología o la rentabilidad

Cuando hablamos de producción agrícola estamos haciendo referencia a todo aquello que es el resultado de la actividad agrícola (la agricultura), por

ejemplo, cereales como el trigo o el maíz, vegetales y hortalizas como la papa, la zanahoria o frutas como las frutillas, las manzanas, etc. Todos estos productos forman parte de la actividad agrícola y son utilizados, en un porcentaje muy alto como alimentos aunque también se pueden encontrar otros usos a los mismos para diversas industrias.

No debe confundirse producción agrícola con producción agraria, que incluye, además de los productos de la agricultura, los de las demás actividades agrarias, especialmente la ganadería. Otro concepto confluyente es el de la totalidad de los productos del campo o productos rurales (lo rural). Estrictamente, la producción rural también incluye los productos de la industria rural, especialmente los de la industria alimentaria local o tradicional y los de la artesanía rural.

Actividad Agrícola:

En la actividad agrícola, básicamente en empresas pequeñas y medianas, se realizan los cultivos anuales en forma continúa sin seguir esquemas preestablecidos de rotaciones. Podemos decir que la actividad agrícola es la administración y transformación de activos biológicos en productos agrícolas para la venta, procesamiento, o consumo.

Factores de la Producción Agrícola

La actividad agrícola cuenta con cuatro factores fundamentales para la producción:

- Tierra

- Trabajo
- Capital
- Empresario.

2.2.1. RENDIMIENTO

Conway, (1986); Representa una medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, trabajo invertido o insumos utilizados. Generalmente, es medida en cantidad anual de productos, y representa la eficiencia de uso de los insumos en el proceso de transformación.

Se debe registrar los rendimientos por hectárea para cada cultivo y/o crianza. Estos deben consignarse de manera anual, para así permitir apreciar la posible curva de crecimiento o decrecimiento, en los rendimientos. Debe registrarse los cultivos permanentes según la etapa en que se encuentran: Cultivo (implantación), Cultivo (mantenimiento) o Cultivo (producción).

2.2.1.2. Cantidad

Conway, (1986); Representa una medida de la cantidad de producción por unidad de superficie, trabajo invertido o insumos utilizados. Generalmente, es medida en cantidad anual de productos, y representa la eficiencia de uso de los insumos en el proceso de transformación.

2.2.2. INGRESO ECONÓMICO

Se expresa en la ocupación del principal sostén del hogar y en el patrimonio del hogar: bienes (T.V. color con control remoto, teléfono,

heladera con freezer, videograbador/reproductor, secarropas, lavarropas programable automático, tarjeta de crédito del principal sostén del hogar, computadora personal, acondicionador de aire, freezer independiente) y automóvil.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. GESTION

Gerbrandy y Hoogendam (1998), gestión es “la acción y efecto de gestionar y acción y efecto de administrar” pero la gestión no solo comprende las actividades si no también los medios que se necesita para lograr el objetivo planteado.

Ivancevich, (1996), gestión “es el proceso emprendido por una o más personas para coordinar las actividades laborales de otras personas con la finalidad de lograr resultados de alta calidad que cualquier otra persona, trabajando sola no podría alcanzar”.

La gestión busca resultados basados en objetivos, que requieren de un trabajo organizado bajo una dirección, quien es el encargado de planificar y ejecutar acciones que involucran la gestión de recursos económicos – financiero de infraestructura y equipo de recursos humanos, etc., para el logro de los objetivos planteados, para finalmente realizar acciones de seguimiento y evaluación. Toda gestión implica.

- Decidir acerca de; ¿Qué maniobras realizar?; ¿Cómo realizarlas?; ¿Quién lo realiza?; ¿en qué espacios? Y ¿en qué plazos?

- Seleccionar paso a paso las opciones posibles y más adecuadas en el proceso de desarrollo (uso óptimo de recursos).
- Realizar las rectificaciones oportunas y adaptarse a las diferentes situaciones que se presentan.
- El proyecto requiere de muchos recursos, el gerente debe optimizar su uso, para lograr el objetivo.

Son componentes del proceso de gestión; la identificación de problemas, análisis y toma de decisiones; la generación y formulación de programas y proyectos de desarrollo; la ejecución y seguimiento y la evaluación. Finalmente toda gestión requiere de recursos humanos, gerenciar sin este recurso, es una tarea imposible de realizar.

2.3.2. RECURSOS HIDRICOS

Van der Zaag. (2008), los recursos hídricos constituyen todas las formas en que se presenta el agua, incluyendo el agua del mar y el agua subterránea no renovable.

Oferta de agua: es la cantidad de agua de la cual se puede disponer.

Demanda de agua: la demanda de agua es la cantidad que se requiere durante un periodo de tiempo.

Consumo de agua: la cantidad de agua que actualmente es suministrada donde se requiere. Con frecuencia difiere de la cantidad total requerida (demanda)

Cantidad de agua: disponibilidad total del agua en toda su expresión.

2.3.3. GESTION DEL RECURSO HIDRICO

Proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”.

2.3.4. PRODUCCION AGRICOLA

Es el producto recolectado de las actividades agrícolas realizados en un área determinada de la empresa que esperan a ser vendidos procesados o consumidos.

CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.

3.1. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO.

3.1.1.1. Ubicación Política.

Departamento	:	Puno
Provincia	:	Azángaro
Distrito	:	Muñani
Comunidad	:	Sorani

3.1.1.2. Ubicación Geográfica

Latitud sur	:	14°31' a 15°00'
Longitud oeste	:	71°00' a 70°30'
Altitud	:	4017 m.s.n.m.

3.1.1.3. Accesibilidad.

Para llegar al Sector de Sorani, es el siguiente recorrido que se indica.

Tabla 4. Vías de acceso al ámbito de estudio (2013)

De	A	Tipo Vía	Dist. (Km)	Tiempo	Medio de Transporte	Frecuencia
Puno	Juliaca	Asfaltada	45	40 min	Vehicular	Diario
Juliaca	Azángaro	Asfaltada	69	55 min	Vehicular	Diario
Azángaro	Muñani	Afirmada	38	45 min	Vehicular	Diario
Muñani	Sorani	Trocha C.	15	20 min	Vehicular	Eventual

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. CARACTERISTICAS AMBIENTALES DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.2.1. Localización

La microcuenca del río Sorani está localizada en la zona Sur de la cordillera Oriental del Perú, políticamente en el distrito de Muñani, provincia de Azángaro, departamento de Puno. Su ubicación geográfica queda comprendida en la cuadrícula Universal Trasversal Mercator (UTM) aproximadamente en las coordenadas extremas: Norte de 8 373 000 a 8 378 000 y Este de 392 000 a 398 000. La microcuenca tiene una altitud que se eleva desde los 3 900 hasta los 4 800 m.s.n.m.

3.1.2.2. Clima

Según la clasificación de clima realizado por ONERN (1965), el área comprende los sub-tipos climáticos "C" y "D".

El sub-tipo climático "C", se caracteriza por presentar climas fríos con precipitación promedio anual de 672 mm, donde las temperaturas promedio máxima y mínima varían entre los 13 °C y 3 °C, con un amplio rango de oscilación de 10 °C.

El sub-tipo climático "D", caracterizado por presentar una precipitación pluvial que oscila entre 500 y 900 mm, y la temperatura promedio es sumamente baja, oscilando entre 6 °C y 0 °C, clara indicación que las heladas son intensas y muy frecuentes durante todo el año.

La información de temperatura y precipitación pluvial obtenida de la estación meteorológica de Muñani, adyacente al área del fundo registran una

precipitación pluvial acumulada promedio de 677.23 mm al año; concentrándose el 98.17% de lluvias durante los meses de Setiembre a Abril, los meses con mayor precipitación pluvial son Diciembre, Enero, Febrero y Marzo; los meses con precipitación mínima, circunscrita entre los meses de Mayo a Agosto que comprende la época seca. Las oscilaciones de temperatura registradas muestran diferencias durante los meses del año.

Durante los meses de Setiembre a Abril, el rango de la temperatura mínima va de 0.82 °C a 4.32 °C, la mayor frecuencia de heladas corresponden por lo general a los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto que va de -2.45 °C a -0.86 °C En cambio la temperatura máxima durante los meses del año varía entre 14.96 °C y 16.81 °C.

3.1.2.3. Fisiografía

La geoforma local del área de estudio, está constituida básicamente en cinco unidades de paisaje: ladera de montaña, cima de montaña, pie de monte, quebrada y planicie, Su relieve topográfico, presenta en mayor proporción laderas empinadas a muy empinadas y en menor extensión una configuración suave e plana, Su altitud fluctúa entre 3900 y 4800 msnm.

3.1.2.4. Suelos

Los suelos del área de estudio en su mayor proporción, pertenecen al gran grupo de los litosoles andinos y en menor proporción al grupo aluvial andino y histosoles andinos.

Los suelos de la microcuenca obedecen a varios orígenes y se pueden clasificarse en las siguientes:

- Suelos residuales, desarrollado sobre material madre sedimentario, principalmente a base de arenisca; se ubica en laderas y cimas de cerro.
- Suelos coluvio aluviales, depositados por la acción de corrientes de agua y la gravedad, se localiza en pie de monte.
- Suelos aluvio-glaciares, formados como consecuencia de acarreo de materiales gruesos (grava y piedras) trasladada por corrientes de agua de los deshielos en las épocas recientes, se encuentran en paisaje plano y terrazas disectadas.
- Suelos orgánicos, son depositados por materiales orgánicos, localizados principalmente en el sistema ojho o bofedales.

3.1.2.5. Recurso Hídrico

La microcuenca del río Sorani pertenece a la cuenca hidrográfica Huancané, el drenaje principal está formado básicamente por el sistema hidrográfico de los ríos Mallkiní y Sorani. En la microcuenca existen tres corrientes de agua permanente (Salto Punco, Ticani Chico y Chamaca) y temporales (Chillihuatira y Pacani); asimismo forman parte de los recursos hídricos, los manantiales que están distribuidos en varios puntos de la microcuenca, incluyendo los riachuelos permanentes y manantiales, siendo estas un factor clave en la microcuenca, ya que constituyen la base

estratégica del mantenimiento de las formaciones vegetales y de la vida en general.

3.1.2.6. Ecología

La ecología de la microcuenca del río Sorani, según el mapa ecológico del Perú ONERN (1 965), está situado dentro de las siguientes zonas de vida: Bosque húmedo-moritano subtropical, Monte o Páramo muy húmedo-subalpino subtropical y Tundra muy húmeda-alpina subtropical.

Bosque húmedo-Montano Subtropical (bh-MS). Sus límites se elevan desde los 3808 hasta 4100 msnm, la bio temperatura anual oscila entre 9.4 °C a 7.5°C. La precipitación pluvial total anual varía desde 587 a 674mm. La evapotranspiración potencial varía de 0.70 y 0.83; ubica esta zona de vida en la provincia de humedad "HÚMEDA".

Páramo muy húmedo-Subandino Subtropical (pmh-SaS). Su límite varía entre 4100 y 4600 msnm, la biotemperatura media anual oscila entre 3 °C y 6 °C y la precipitación pluvial total anual varía desde 640 hasta 800mm. La evapotranspiración es de 0,25 y 0,50.

Tundra muy húmeda-Andina Subtropical (tmh-AS). Tiene como límite entre 4600 y 4800 msnm, la biotemperatura media anual ha sido estimada entre 1.5 °C y 3.0 °C, con abundante precipitación pluvial.

3.1.2.7. Flora

La vegetación que cubre la microcuenca, se puede definir como unidades homogéneas a partir de su composición vegetal. Las especies vegetales se

encuentran asociadas en comunidades vegetales, tales como: Pajonal, césped de puna y bofedal. Las familias taxonómicas representantes de estas comunidades vegetales son: *Gramineae*, *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae* y entre otras familias de importancia secundaria. En base a la humedad del suelo se determinan tres tipos de vegetación: hidrofítica, mesofítica y xerofítica.

3.1.2.8. Fauna

Este componente del medio ambiente se caracteriza por poseer especies propias del ecosistema alto andino, donde predominan en mayor proporción especies propias de la zona y en menor proporción especies introducidas de otras condiciones ecológicas. Se pueden mencionar especies domésticos tales como: ***Lama pacos*** "alpaca", ***Lama glama*** "llama", ***Ovios arios*** "ovino", ***Equus caballas*** "caballo"; y entre las especies silvestres se cuenta con la especie ***Vicugna vicugna*** "vicuña" y el ***Hippocamelus antisonis*** "venado".

Además, asociados a estos herbívoros se tiene a las siguientes especies silvestres en el fundo:

- Mamíferos tales como: *Dusicyon culpaeus* "zorro", *Conepatus rex* "zorrino", *Lagidium punensis* "vizcacha", *Cavia tschudii* "cuy silvestre" y otros mamíferos de menor tamaño.
- Aves tales como: *Anas fíavirostris* "pato", *Nothoprocta omata* "pisaca", *Vanellus resplendens* "lequecho", *Metriopelia melanoptera* "tortola"

cordillerana, tórtola andina, paloma", *Zonotrichia capensis* "pichitanca, gorrión peruano", entre otros.

- Herpetofauna: solamente está restringida a los miembros del Género *Liolaemus*, (*Reptilia*, *Lacertylia*, *Tropiduridae*) denominados "lagartijas" y *Tachymenis peruviana* (*Reptilia*, *Ophidia*, *Colubridae*) serpiente de los andes.
- Y por último la entomofauna del pastizal, está dominada por las familias, tales como: *Carabidae*, *Scarabeidae*, *Coccinelidae*, *Noctuidae*, *Gelechidae*, *Pyralidae*, entre otros.

3.1.2.9. Ganadería

La actividad pecuaria constituye una de las bases de aprovechamiento de la microcuenca del río Sorani, así sus formaciones vegetales están ligados estrechamente al pastoreo.

En el ámbito territorial predomina la crianza de *Lama pacos* "alpaca" (de raza huacaya y suri) y *Lama glama* "llama", y se caracteriza por el sistema extensivo de pastoreo; se localizan en su totalidad en las diferentes unidades de pastoreo o cabañas.

El tipo de vegetación bofedal concentra, la mayor parte de la carga ganadera, especialmente durante la época seca. La intensa presión del ganado sobre la vegetación del bofedal dificulta el aprovechamiento racional. Asimismo ocurre la mayor concentración de ganado en las quebradas, especialmente en áreas reducidos de vegetación hidrofftica.

3.1.2.10. Características Socio Económicas.

Los pobladores de la microcuenca del río Sorani en su mayoría se dedican a la ganadería y la agricultura así mismo la gran parte de sus pobladores migran a las ciudades de Juliaca, Puno, los mismos constituyen en la fuente de ingreso, cabe mencionar que su producción en la agricultura es para auto consumo y solo la ganadería genera un mínimo ingreso.

3.1.2.10.1. Población

Tabla 5. Número de familias en la microcuenca del río Sorani (2012).

SECTORES	Nº DE FAMILIAS
• Sorani	8
• Túpac Amaru	14
TOTAL	22

Fuente: Padrón general (2012).

En el ámbito de estudio, directamente los afectados por el problema de la escases del agua son 22 familias, según el estudio del proyecto, de las cuales el sector Sorani que está en el área de estudio de este proyecto de investigación viene hacer de 22 familias.

3.1.2.10.2. Nivel de vida y actividad principal de la población.

La actividad principal a la que se dedica la población de la microcuenca del río Sorani, es la ganadería y la agricultura, en tercer orden la actividad comercial (participan en la comercialización de ganado en la feria del campo ferial de Azángaro).

El bajo ingreso familiar solamente permite que tengan una economía de subsistencia, sin mayores márgenes de capitalización.

3.1.2.11. Infraestructura, Salud Educación Vivienda y Vías de Comunicación.

- ***Vías de comunicación.***

Los pobladores del sector Sorani, cuentan como vía de acceso con una trocha carrozable desde el distrito de Muñani hasta dicho sector.

- ***Educación.***

Los pobladores de esta zona recurren a la educación de sus hijos al distrito de Muñani, teniendo en el lugar de estudio solo una escuela de educación primaria.

- ***Salud.***

Cuentan con centros de salud en el distrito de Muñani.

- ***Vivienda.***

Las viviendas en esta comunidad están de carácter dispersadas, el material de construcción es de adobe y tapial los muros con techos en gran mayoría de calamina y en menor escala de paja y el piso en su totalidad es de tierra apisonado.

3.2. MATERIAL Y EQUIPO

Materiales y equipos de gabinete.

Computadora.

Escáner

Cámara fotográfica

Impresora

Materiales, equipos e instrumentos de laboratorio

Teodolito

GPS

Mira topográfica

Cronometro

Recipiente de 5 y 10 litros

Wincha de 50mts

Flexómetro de 5mts.

Software (ArcGIS, AutoCAD, Eagle Point, Office, SPSS V20.)

Prueba de análisis físico – químico.

Materiales, de campo

Tablero de encuestas.

Lapiceros.

Hoja de encuesta.

3.3. METODOLOGIA

Para obtener la información básica a fin de cumplir con los objetivos propuestos y para probar las hipótesis planteadas, se utiliza los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Registro de las fuentes de agua

- Cartas nacionales del área de estudio
- Datos de precipitación de la estación meteorológica Muñani
- Registros de producción
- Registros de áreas de cultivo
- Cuadros de encuestas

Para empezar con el estudio, se delimita en dos las áreas de estudio, (sub cuenca Mallkini y sub cuenca Sorani), para lo cual se realiza las siguientes tareas:

- Recopilación de una carta nacional, se tiene acceso a una carta nacional, en formato raster o shafile, de escala 1: 50000 de fuente de DGM.
- Se delimita las áreas de estudio por subcuencas (Mallkini y Sorani), teniendo como base de estudio la microcuenca del rio Sorani.
- Se ubica los puntos de afloramiento de los ojos de agua en el área de estudio.
- Se realiza la generación de caudales a partir de las precipitaciones pluviales, utilizando el método del número de curva. En este caso se usa la estación meteorológica de Muñani, ya que se encuentra en el lugar.
- Con los factores fisiográficos de la cuenca, y el registro de producción, se determina un modelo matemático en cuyo caso la variable dependiente es la producción agrícola y las variables

independientes son los factores fisiográficos (factor de forma y altitud).

3.3.2. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO

3.3.2.10. Inventariado del Recurso Hídrico en la Microcuenca del río Sorani.

Para realizar el inventariado de las fuentes de agua, se utiliza la ficha técnica estructurada IPRH, (inventario y planeamiento de recursos hídricos), ANEXO A, utilizada por el PRONAMACH hoy AGRORURAL, para realizar el inventariado del recurso hídrico e infraestructuras de riego, para lo cual se hizo el recorrido de todo el área de estudio, ubicando con la ayuda del GPS los puntos de afloramiento de los ojos de agua.

Realizando en cada punto los aforos, utilizando el método volumétrico o el método de las secciones según las condiciones de la fuente.

- Se realiza el aforo en los puntos de captación, de donde se utiliza el agua con fines de riego dentro del área de estudio.

3.3.2.11. Demanda

En base al área de riego que se está utilizando actualmente para fines agrícolas, se calcula la demanda hídrica para los cultivos de avena forrajera y pastos cultivados, siendo estos cultivos de mayor importancia para la ganadería dentro del ámbito del estudio.

Para determinar la demanda de agua para los cultivos se realiza los siguientes cálculos.

- **EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL.**

Es la cantidad de agua evaporada y transpirada por un cultivo.

METODO DE HARGREAVES (en base a la temperatura).

La ecuación es la siguiente.

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

Donde:

ETP = Evapotranspiración potencial, (mm/mes)

MF = factor mensual de latitud, se obtiene del cuadro xxx.

TMF = T media mensual (F), medida.

CH = factor de corrección para la humedad relativa

CE = factor de corrección para la altura o elevación del lugar.

$$CH = 0.166 * (100 - HR)^{1/2}$$

Donde:

HR = humedad relativa media mensual medida (%)

La fórmula anterior se emplea para valores de HR mayores de 64% para HR<64%, CH=1.

$$CE = 1.0 + 0.04 \times \frac{E}{2000}$$

Donde:

E = Altitud o elevación del lugar (m.s.n.m.)

- **EVAPOTRANSPIRACION REAL O ACTUAL (ETA)**

Es la tasa de evaporación y transpiración de un cultivo, en condiciones óptimas de suelo, fertilidad y suministro de agua.

$$ETA = K * ETP$$

Donde:

ETA = Evapotranspiración real o actual del cultivo considerado, (mm).

K = coeficiente de cultivo.

ETP = evapotranspiración potencial, (mm o cm).

- **PRECIPITACION EFECTIVA (PE)**

Durante el proceso de almacenamiento hídrico del suelo, la precipitación pluvial constituye un alto porcentaje del contenido de agua en el suelo; pero parte de la lluvia de que dispone la planta para su desarrollo es únicamente una fracción de esta. La otra parte se pierde por escorrentía o evaporación

Existen diversos métodos para estimar la PE, en este caso se adopta el criterio empírico del Water Power, que considera de la siguiente manera.

Tabla 6. Gasto unitario q ($m^3/s/mm/km^2$), en función del tiempo de concentración T_c (horas).

Incremento de la precipitación (mm)	% de la precipitación efectiva
5	0
30	95
55	90
80	82
105	65
130	45
155	25
Más de 155	5

Dado que la precipitación es una variable aleatoria, conviene analizar la lluvia total, probabilísticamente, con el objeto de determinar el valor probable

de la precipitación que cae. Por eso se determina la frecuencia o probabilidad de ocurrencia mediante la fórmula de Weibull.

$$f = \frac{m}{N + 1}$$

Donde:

f = Frecuencia o probabilidad de ocurrencia.

m = valor de posición de la lluvia ordenada en forma creciente.

N = número total de valores de precipitación mensual (mm).

- **NECESIDADES DE RIEGO DE LOS CULTIVOS.**

La evapotranspiración actual o real (ETA), es la cantidad de agua que requiere la planta para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Sin embargo la planta no está aislada sino que forma parte de un microsistema, sujeto a entradas, tales como los aportes hídricos al suelo.

$$Da = ETA - PE$$

3.3.2.12. Oferta

Para determinar la oferta del agua con que se cuenta en la microcuenca, se genera a partir de registros de precipitaciones pluviales de una estación vecina, en este caso que es la estación meteorología de Muñani, para lo cual se utilizará el método del número de curva.

- **METODO DEL NUMERO DE CURVA**

Este método es utilizado para estimar la escorrentía total a partir de datos de precipitación y otros parámetros de las cuencas de drenaje. Este método fue desarrollado por el servicio de conservación de suelos (SCS) de

los estados unidos. Que se aplica a cuencas medianas como también a cuencas pequeñas.

El nombre del método deriva de una serie de curvas. Cada una de las cuales lleva el número N, que varía de 1 a 100. Número de curva N = 100, indica que toda la lluvia escurre, y número N = 1, indica que toda la lluvia se infiltra.

$$Q = \frac{[N(P+50.8)-5080]}{N[N(P-203.2)+20320]}$$

Donde

Q = escorrentía total acumulada (mm)

P = precipitación de la tormenta (mm)

N = número de curva

El SCS presenta la TABLA 7, la cual permite determinar el número de curva N para diferentes prácticas agrícolas, diferentes condiciones hidrológicas y grupo hidrológico de suelo.

Tabla 7. Numero de curva N para complejos hidrológicos de suelo cobertura.

COBERTURA			numero de curva			
USO DE LA TIERRA	TRATAMIENTO O PRACTICAS	CONDICION HIDROLOGICA	A	B	C	D
descuidado en descanso sin cultivo	surcos rectos	buena	77	86	91	94
Cultivos	surcos rectos	pobre	72	81	88	91
	surcos rectos	buena	67	78	85	89
	curvas de nivel	pobre	70	79	84	88
	curvas de nivel	buena	65	75	82	86
	curvas de nivel y en terrazas	pobre	66	74	80	82
	curvas de nivel y en terrazas	buena	62	71	78	81
pequeños granos	surcos rectos	pobre	65	76	84	88
	surcos rectos	buena	63	75	83	87
	curvas de nivel	pobre	63	74	82	85
	curvas de nivel	buena	61	73	81	84
	curvas de nivel y en terrazas	pobre	61	72	79	82
	curvas de nivel y en terrazas	buena	59	70	78	81
sembríos cerrados, legumbres o cultivos en rotación	surcos rectos	pobre	66	77	85	89
	surcos rectos	buena	58	72	81	85
	curvas de nivel	pobre	64	75	83	85
	curvas de nivel	buena	55	69	78	83
	curvas de nivel y en terrazas	pobre	63	73	80	83
	curvas de nivel y en terrazas	buena	51	67	76	80
pastizales o similares	pastizales o similares	pobre	68	79	86	89
	pastizales o similares	regular	49	69	79	84
	pastizales o similares	buena	39	61	74	80
	curvas de nivel	pobre	47	67	81	88
	curvas de nivel	regular	25	59	75	83
	curvas de nivel	buena	6	35	70	79
Pradera	pradera	buena	30	58	71	78
Bosques	bosques	pobre	45	66	77	83
	bosques	regular	36	60	73	79
	bosques	buena	25	55	70	77
Patios	patios	buena	59	74	82	86
caminos incluyendo derecho de camino	cieno	buena	72	82	87	89
	superficie firme	buena	74	84	90	92

En donde.

- **El uso de la tierra.** Es la cobertura de la cuenca e incluye toda clase de vegetación, escombros, pajonales, desmontes, así como las superficies de agua.
- **El tratamiento de la tierra:** se aplica sobre todo a los usos agrícolas de la tierra e incluye las prácticas mecánicas que se le da a la tierra.
- **Condición hidrológica:** es la capacidad de la superficie de la cuenca para favorecer o dificultar el escurrimiento directo, esto se encuentra en función de la cobertura vegetal, puede aproximarse de la siguiente manera.

Tabla 8. Condición hidrológica

COBERTURA VEGETAL	CONDICION HIDROLOGICA
>75% del área	buena
entre 50% y 75% del área	regular
<50% del área	pobre

Se refiere a la capacidad de la superficie de la cuenca para favorecer o dificultar el escurrimiento directo, esto se encuentra en función de la cobertura vegetal.

Grupo hidrológico del suelo

Define los grupos de suelos, los cuales pueden ser:

Tabla 9. Grupo hidrológico de suelo

CLASIFICACION HIDROLOGICO DE SUELO	
GRUPO A	tiene bajo potencial de escorrentía
GRUPO B	tiene un moderado bajo potencial de escorrentía
GRUPO C	tiene un moderado alto potencial de escorrentía
GRUPO D	tiene alto potencial de escorrentía

- **Estimación del caudal máximo.**

La parte medular es la utilización de la TABLA 10, la cual es el resultado de una serie de estudios llevados a cabo por la SCS, que está en función del tiempo de concentración.

$$Q_{\max} = q \times Q \times A$$

Donde: q = Gasto unitario.

Q = La escorrentía calculada

A = Área de la cuenca

Tabla 10. Gasto unitario q ($m^3/s/mm/km^2$), en función del tiempo de concentración T_c (horas).

Tc	q	Tc	q	Tc	q
0.1	0.337	1	0.158	8	0.039
0.2	0.3	1.5	0.12	10	0.034
0.3	0.271	2	0.1	12	0.03
0.4	0.246	2.5	0.086	14	0.027
0.5	0.226	3	0.076	16	0.025
0.6	0.208	4	0.063	18	0.023
0.7	0.195	5	0.054	20	0.021
0.8	0.19	6	0.048	22	0.02
0.9	0.168	7	0.043	24	0.019

De donde el tiempo de concentración es:

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración, (min)

L = máxima longitud del recorrido (m)

H = diferencia de elevación entre los puntos extremos del cauce principal.

3.3.2.13. Calidad

Para determinar la calidad del agua del área de estudio se recoge una muestra de la parte baja del río, para luego llevar al laboratorio donde se realiza el análisis químico físico, para determinar si el agua es agua apto para la utilización en la agricultura, (ANEXO G-01).

3.3.2.14. Área de Riego

Se realiza el levantamiento topográfico de toda el área de riego que actualmente se está utilizando para la actividad agrícola, en la sub cuenca del río Mallkini y Sorani. Para luego realizar el inventario de las áreas de riego, y finalmente se realiza la entrevista a los pobladores de la microcuenca del río Sorani con la finalidad de tener una idea clara sobre el área de riego que se está utilizando actualmente para estos cultivos en estudio, (ANEXO P-03).

3.3.2.15. Ubicación de la Fuente

Se idéntica los lugares de captación para las áreas de riego que se tiene, con la ayuda del GPS, presentándose así en un plano de la microcuenca. Para luego realizar el aforo de acuerdo a las condiciones del cauce del riachuelo (volumétrico o sección y pendiente). Y para determinar el punto de toma del agua para las zonas que no tienen suministro de agua, se examinó in situ un lugar que reúna las condiciones tales como topografía,

tipo de suelo, altitud y la accesibilidad a la zona para realizar las obras que se requieran hacer en lo posterior, para una adecuada gestión del agua, (ANEXO P-3).

3.3.2.16. Infraestructura de Riego

Se realiza el inventariado de las diferentes obras de infraestructura de riego existente en el ámbito de estudio. Para realizar el inventariado de la infraestructura de riego, se utiliza la secuencia del formato de IPRH (inventario y planeamiento de recursos hídricos). En coordinación con el presidente del sector Sorani.

3.3.2.17. Tipo de Riego

Se realiza una entrevista (encuesta) a las personas del ámbito de estudio para saber que técnicas de riego utilizan a lo largo de la campaña agrícola durante un año. Y se verifica in situ las tecnologías de riego utilizado.

3.3.3. FISIOGRAFIA DE LA CUENCA

Se realiza mapas temáticos de topografía, suelo, cobertura vegetal y áreas de uso de recurso hídrico, para luego realizar la superposición de dichos mapas para verificar la interrelación de los mismos; para encontrar de qué manera influye la fisiografía en el uso del recurso hídrico, (ANEXO P-2).

3.3.3.10. Superficie

Para calcular el área de las subcuencas en estudio, se hace la delimitación de las subcuencas en las cartas nacionales digitales, para luego

calcular el área de las dos subcuencas. En donde se determinará el perímetro y área de la subcuencas (ANEXO P-01).

3.3.3.11. Topografía

Para determinar las altitudes relativas con respecto al área de estudio, se recopiló archivos en formato SHP (shaphile), con la ayuda del software ArGIS 9.2, se determina las cotas para más predominantes, para así determinar las características fisiográficas de la cuenca.

3.3.3.12. Altitudes Características

Para determinar la elevación media de la cuenca, se calcula la cota máxima y mínima dentro de la delimitación de la cuenca, para luego sacar la elevación media. Utilizando los diferentes métodos de cálculos realizados en los textos de hidrología básica, (ANEXO - F1). Para el presente estudio se determina la elevación media de la cuenca con la siguiente ecuación.

$$Em = \frac{\sum a \times e}{A}$$

Dónde: Em = elevación media

a = área entre dos contornos

e = elevación media entre dos contornos

A = área total de la cuenca.

3.3.3.13. Geología y Suelo

Para determinar las características físicas y del suelo se tuvo acceso a estudios realizados de suelos dentro del ámbito de estudio, realizado por estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional del Altiplano.

3.3.3.14. Cobertura

Para determinar el tipo de cobertura vegetal predominante en las zonas de estudio, primeramente se realiza el reconocimiento de campo, para luego hacer la zonificación de las diferentes especies de flora que existe en la zona, (ANEXO P-02).

De la misma manera en la entrevista o encuesta se le hace hincapié sobre el tipo de cobertura vegetal predominante en las aéreas de la zona de estudio.

3.3.4. MODALIDAD DE ORGANIZACIÓN

Para identificar los diferentes tipos de organizaciones existentes en el ámbito de estudio, se recurre al presidente de la comunidad para saber las organizaciones existentes en el lugar.

Se hizo una entrevista personal a los pobladores, para identificar las organizaciones existentes relacionadas al recurso hídrico y su uso. Luego se sistematizaron las fichas de entrevista para determinar el nivel organizacional.

3.3.5. CANTIDAD

Para determinar la cantidad de producción por unidad de medida (Has), se recurre a las instituciones encargadas de realizar los estudios de producción de los diferentes cultivos, en este caso la Dirección Agraria de Puno, del año 2012, esto en el sector público, dado que los agricultores no tienen un inventario de la producción en cada campaña agrícola. Por otra parte se tuvo acceso a la información de rendimiento de la empresa privada MICHEL Y C.I.A. S.A. de la campaña agrícola 2010, (ANEXO E1).

Y para tener una idea clara real se entrevista con los comuneros de del lugar de estudio, para estimar el rendimiento por cada productor en los cultivos de Pastos cultivados y Avena forrajera.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. DISPONIBILIDAD DEL RECURSO HIDRICO DE LAS SUBCUENCAS

Para determinar la disponibilidad hídrica se realizó el aforo en los puntos de captación en el mes más crítico que es el mes de julio, y en los ojos de agua que existen en las dos sub cuencas, teniendo los siguientes resultados.

Tabla 11. Cuadro de inventario del recurso hídrico.**Lugar:** Microcuenca del Rio Sorani

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	caudal 04/07/2012	Tipo de fuente
1	395742	8374746	4202	0.51 Lts/seg.	Ojo de agua
2	395543	8374670	4207	0.26 Lts/seg.	Ojo de agua
3	395445	8374823	4253	0.61 Lts/seg.	Ojo de agua
4	395188	8374485	4270	0.24 Lts/seg.	Ojo de agua
5	393923	8375004	4333	0.14 Lts/seg.	Ojo de agua
6	393780	8375176	4327	0.23 Lts/seg.	Ojo de agua
7	393226	8375458	4313	0.65 Lts/seg.	Ojo de agua
8	394320	8376108	4422	0.05 Lts/seg.	Ojo de agua
9	393255	8376079	4415	0.9 Lts/seg.	Ojo de agua
10	393254	8375766	4370	0.32 Lts/seg.	Ojo de agua
11	392687	8375655	4359	1.27 Lts/seg.	Ojo de agua
12	392547	8375067	4262	0.75 Lts/seg.	Ojo de agua
13	395231	8375441	4344	0.07 Lts/seg.	Ojo de agua
14	395428	8375446	4354	0.05 Lts/seg.	Ojo de agua
15	393980	8377673	4609	1.65 Lts/seg.	Ojo de agua
16	393928	8377759	4620	0.17 Lts/seg.	Ojo de agua
17	393703	8378061	4642	0.5 Lts/seg.	Ojo de agua
18	393703	8378061	4642	0.07 Lts/seg.	Ojo de agua
19	394640	8377727	4669	0.28 Lts/seg.	Ojo de agua
20	395729	8377743	4666	0.34 Lts/seg.	Ojo de agua
21	396220	8376763	4554	0.11 Lts/seg.	Ojo de agua
22	396510	8376650	4498	0.35 Lts/seg.	Ojo de agua
23	396652	8376624	4506	0.08 Lts/seg.	Ojo de agua
24	396683	8376588	4505	0.06 Lts/seg.	Ojo de agua
25	396307	8375536	4349	0.09 Lts/seg.	Ojo de agua
26	396417	8375378	4331	0.1 Lts/seg.	Ojo de agua
27	395995	8376998	4618	0.15 Lts/seg.	Ojo de agua
28	394385	8378000	4696	0.62 Lts/seg.	Ojo de agua
(*)29	395186	8375431	4330	0.34 Lts/seg.	riachuelo jatarani
(*)30	393210	8375037	4236	64.37 Lts/seg.	rio Saltupuncu

Fuente: Elaboración propia.

(*) Puntos de captación para aprovechamiento con fines de riego.

Cabe mencionar que el tipo de fuente de agua, son de tipo manantial, formado por los bofedales, que existen a lo largo de la microcuenca.

Tabla 12. Disponibilidad de Recursos Hídricos de las Subcuencas en los puntos de captación

SUBCUENCA	CULTIVOS	AREA	CAUDAL OFERTA	CAUDAL DEMANDA
MALLKINI	Avena forrajera	15.58 Has	1.19 lts/seg	16.34 lts/seg
	Pastos cultivados	2.19 Has		
SORANI	Avena forrajera	12.00 Has	64.37 lts/seg	21.91 lts/seg
	Pastos cultivados	8.25 Has		

Fuente: Elaboración propia.

De la Tabla 12, se tiene que la oferta de agua es mayor a la demanda en la microcuenca del río Sorani, por lo que no hay carencia de agua, más bien falta una infraestructura de riego para aprovechar eficientemente el recurso hídrico, además debemos indicar que se tiene 41.49 l/s de superávit; donde se puede ampliar la frontera agrícola, aprovechando el recurso hídrico y así incrementar la producción de los pobladores de la zona de estudio.

Por otro lado para realizar el balance hidrológico, se comparó entre la oferta y la demanda, con los datos de la generación de caudales a partir de los datos de precipitación de la estación Muñani, puesto que es la estación más cercana, se obtuvo el siguiente gráfico.

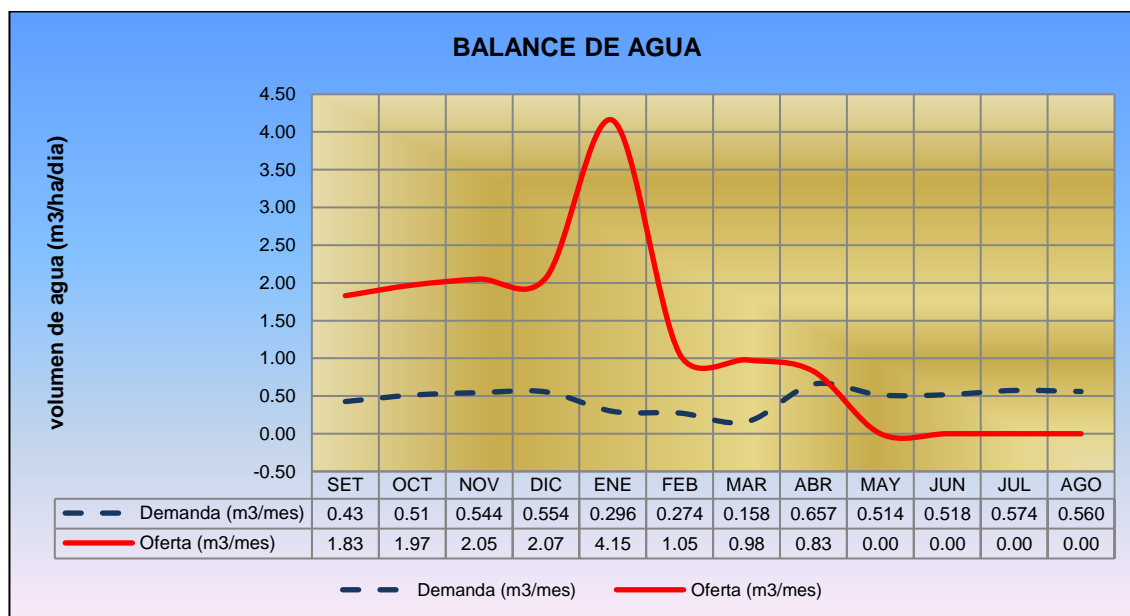


Figura 3. Balance hidrológico en la subcuenca de Sorani.

En la figura anterior, se puede observar que la mayor cantidad de oferta de agua es en el mes de enero, esto debido a las fuertes precipitaciones que se presentan por esos meses, haciendo un caudal de 4.15 m³/seg, con una probabilidad de 75%, y hay una carencia de agua desde los meses de mayo a agosto con un caudal de 0 m³/seg con una probabilidad del 75%, (ANEXO – D1), esto nos explica que el caudal aforado en el mes de julio que es de 64.37 lts/seg (0.064 m³/seg), es proveniente de las recargas de las aguas subterráneas, bofedales y el deshielo de los glaciares, ya que generalmente en este mes no ocurre precipitaciones.

4.2. CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS DE LAS SUBCUENCAS

4.2.1. SUPERFICIE DE LAS SUBCUENCAS

La superficie de la cuenca corresponde a la superficie de la misma, proyectada en un plano horizontal; y su tamaño influye en forma directa

sobre las características de los escurrimientos, su unidad de medida es en Km²

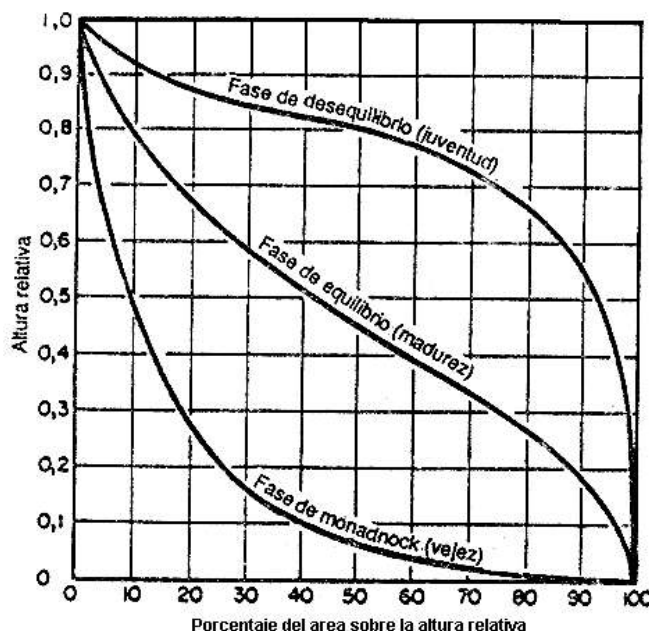


Figura 4. Curvas hipsométricas características del ciclo de erosión, según STRAHLER

• CURVA CARACTERISTICA DE LAS SUBCUENCAS

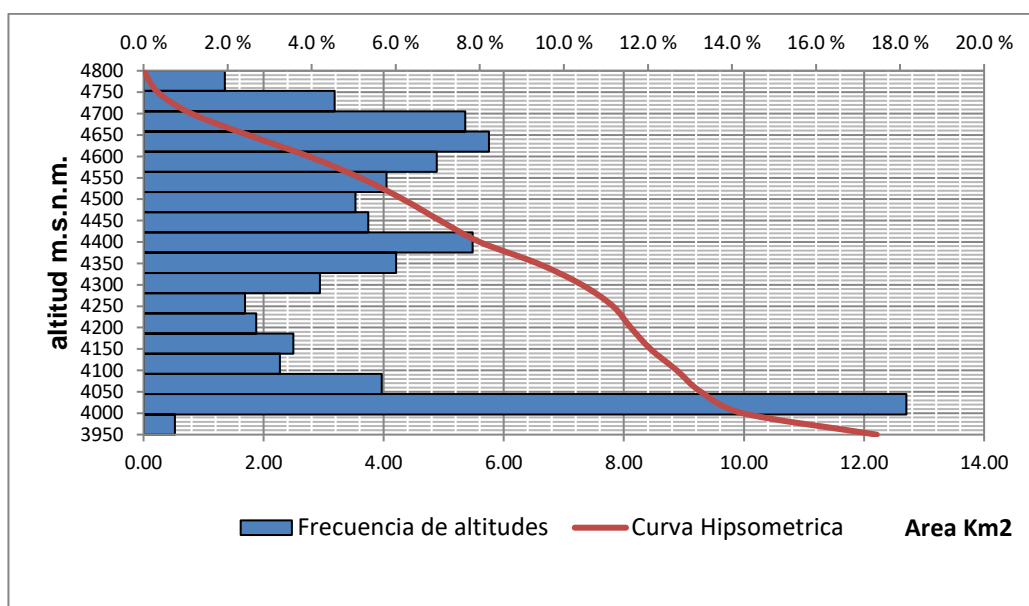


Figura 5. Curva Hipsométrica y de Frecuencia de Altitudes – Subcuenca Sorani.

De la curva hipsométrica, la cuenca se encuentra en la fase de desequilibrio (juventud) según (STRAHLER). Puesto que la mayor parte de la superficie se encuentra entre 4000 y 4050 m.s.n.m. y la menor porción la superficie se encuentra entre 3950 a 4000 m.s.n.m.

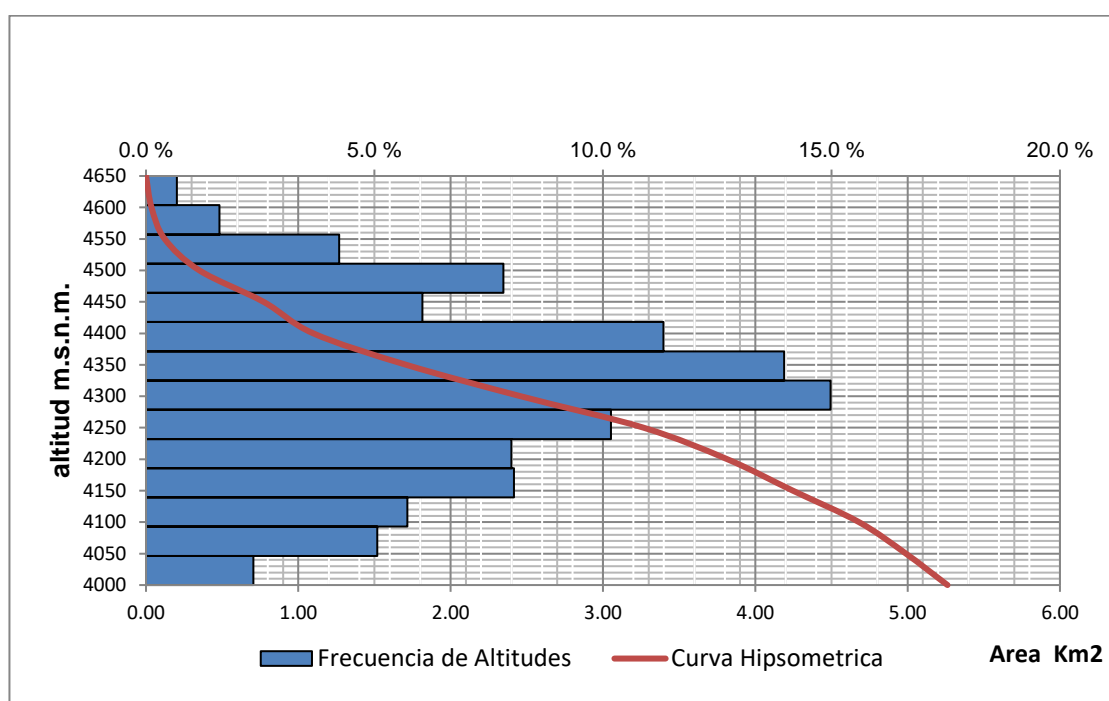


Figura 6. Curva Hipsométrica y de Frecuencia de Altitudes – Sub cuenca Mallkini.

De la curva hipsométrica, las características que presentan se encuentran en la fase de desequilibrio (juventud), según (STRAHLER), por lo tanto, la cuenca es de característica juvenil.

Con las curvas de los gráficos anteriores se determinaron las siguientes altitudes.

Altitud media: La Altitud Media (H) de una cuenca es importante por la influencia que ejerce sobre la precipitación, sobre las pérdidas de agua por evaporación, transpiración y consecuentemente sobre el caudal medio.

Se calcula midiendo el área entre los contornos de las diferentes altitudes características consecutivas de la cuenca; en la altitud media, el 50% del área está por encima de ella y el otro 50% por debajo de ella. Para lo cual la altitud media entre ambos es el siguiente.

Para la sub cuenca Sorani 4370 msnm.

Para la sub cuenca Mallkini 4300 msnm.

Altitud más frecuente: es el máximo valor en porcentaje de la curva de frecuencia de altitudes.

Para la sub cuenca Sorani 4050 msnm.

Para la sub cuenca Mallkini 4350 msnm.

Altitud de frecuencia de media: es la altitud correspondiente al plano de abscisa $\frac{1}{2}$ de la curva de frecuencia.

Numéricamente la elevación media de la cuenca se obtuvo con la siguiente ecuación.

$$E_m = \frac{\sum a * e}{A}$$

Donde: E_m = Elevación media

a = Área entre dos contornos

e = Elevación media entre dos contornos

A = Área total de la cuenca

Elevación media – Sub cuenca Sorani: = 4341.94 m.s.n.m.

Elevación media – Sub cuenca Mallkini: = 4279.46 m.s.n.m.

La altitud es el factor natural que tiene mayor influencia en el desarrollo y la distribución espacial de los cultivos. Cuatro son los factores climáticos de base que limitan la actividad agrícola:

- El frío, porque en general las plantas, y, por tanto, los cultivos, no pueden desarrollarse con temperaturas bajo cero; la mayoría, incluso, deja de crecer por debajo de los 10 °C.
- El calor, pues son escasas las plantas y, en consecuencia, los cultivos que se desarrollan a más de 45 °C.
- La humedad elevada, pues las lluvias abundantes y constantes favorecen el crecimiento de las malas hierbas.

- **Índice factor de forma**

El Factor de Forma (F_f , es adimensional), es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca, en tanto la forma de la cuenca hidrográfica afecta los hidrogramas de escorrentía y las tasas de flujo máximo.

Tabla 13. Factores de Forma de las Subcuencas

SUB CUENCA	ÁREA (km ²)	LONGITUD RIO (km)	FACTOR DE FORMA
Sorani	12.30	8.39	0.17
Mallkini	5.39	3.59	0.42

Fuente: elaboración propia.

Según el cuadro Tabla 13 la cuenca Mallkini tiene la mayor posibilidad de que sea cubierto por una precipitación intensa y simultánea en comparación con la sub cuenca de Sorani que tiene menos tendencia a concentrar las intensidades de lluvias.

- **Índice de compacidad (índice de gravelius)**

Tabla 14. Índice de Compacidad de las Subcuencas

SUB CUENCA	AREA Km ²	PERIMETRO Km	COEFICIENTE DE COMPACIDAD
Sorani	12.30	17.88	1.43
Mallkini	5.39	10.53	1.27

Fuente: elaboración propia.

Teniendo influencia sobre los escurrimientos y sobre la marcha del hidrograma resultante de una precipitación

Clase Kc1: Rango entre 1 y 1.25, corresponde a forma redonda a oval redonda.

Clase Kc2: Rango entre 1.25 y 1.5, corresponde a forma oval redonda a oval oblonga.

Clase Kc3: Rango entre 1.5 y 1.75, corresponde a forma oval oblonga a rectangular oblonga.

Las dos sub cuencas están en el rango de 1.25 a 1.5 lo que corresponde a forma oval redonda a oval oblonga. Lo que reducen la

probabilidad de que sean cubiertas en su totalidad por una tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta que se presenta en el río.

- **Índice de pendiente**

El índice de pendiente, es una ponderación que se establece entre las pendientes y el tramo recorrido por el río. Expresa en cierto modo, el relieve de la cuenca.

Tabla 15. Índice de Pendiente de las Subcuencas

SUB CUENCA	AREA Km ²	L Km	INDICE DE PENDIENTE
Sorani	12.30	17.88	0.34
Mallkini	5.39	10.53	0.40

Fuente: elaboración propia.

El estudio de la pendiente es importante por cuanto tiene influencia sobre la erosión, la velocidad de avance, la longitud y la forma del surco, diversos autores como Grassi (1975), Varas (1976), Larrañaga (1977) concuerdan en recomendar un rango de 0.2% a 3.0% de pendiente, aunque Grassi admite la posibilidad de una mayor pendiente si se riega por surcos en contorno.

La agricultura se desarrolla mejor en las llanuras y los valles. La pendiente del terreno, que dificulta cultivar en tierras con una inclinación superior a los 10°; en caso de necesitarse, se construyen terrazas o bancales. La pendiente de las subcuencas está en el rango de las pendientes recomendables para realizar agricultura.

Según los diferentes tipos de relieve, considerándose muy plano a un relieve menor del 0.5 %; plano a 0.5 a 1 %, de 1 a 3 % suave; de 3 a 12 % presenta lomadas; 12 a 20 % relieve accidentado; 20 a 50% muy fuerte; escarpado cuando se distribuye entre 50 y 75 %, y mayor al 75 % se corresponde a un relieve muy escarpado. A partir de estos rangos se realizó un mapa de tipo de relieve. Para las subcuencas de estudio se determinó que su índice de pendiente son 1.43 y 1.27%, que se encuentran en el rango de 1 a 3% que corresponden a cuencas de pendiente suave en ambos casos,

- **Pendiente de la cuenca**

Para determinar la pendiente de la cuenca se usó el criterio del rectángulo equivalente, que se toma la pendiente media del rectángulo equivalente.

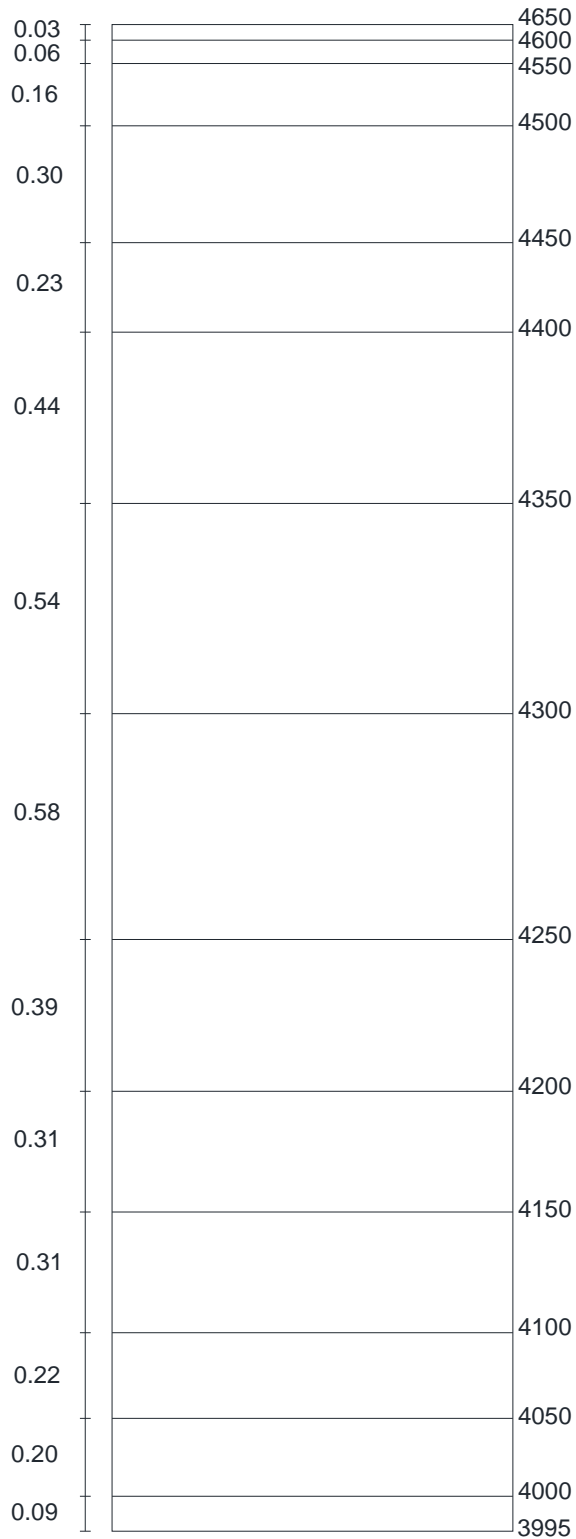


Figura 7. Rectángulo equivalente de la sub cuenca Mallkini

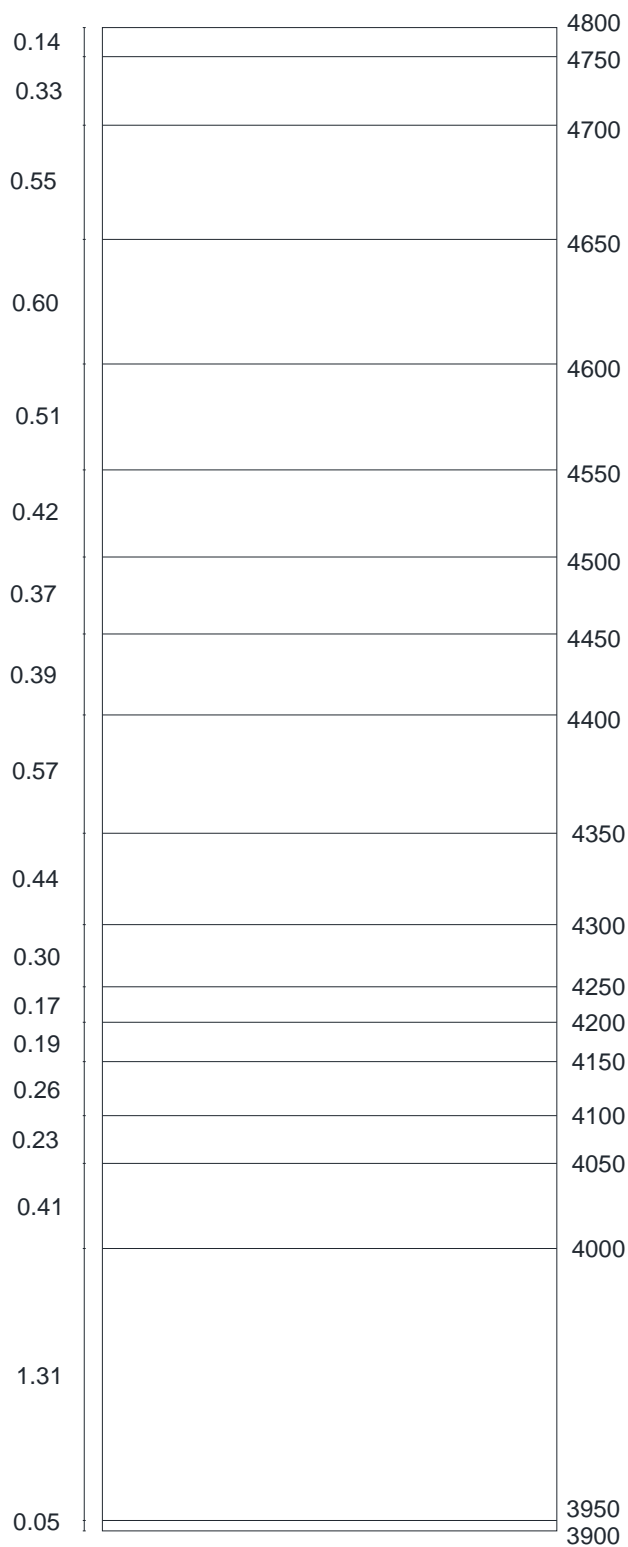


Figura 8. Rectángulo equivalente de la sub cuenca de Sorani

Tabla 16. Pendientes de las Subcuencas

SUB CUENCA	cota más alta m.s.n.m.	cota más baja m.s.n.m.	Lado mayor del rectángulo equivalente	Pendiente (%)
Sorani	4800	3950	7.24	11.74 %
Mallkini	4650	4000	3.87	16.79 %

Fuente: elaboración propia.

Del cuadro anterior se tiene que las pendientes de las subcuencas difiere en 5.05 %, siendo la pendiente para la subcuenca Sorani menor al de la subcuenca Mallkini, según la Tabla 16, la subcuenca de Sorani es de pendiente mediano lo que nos permite decir que la precipitación en la subcuenca Sorani tiende a infiltrarse al subsuelo, por ende la existencia de bofedales que se manifiesta en dicha subcuenca, en comparación a la subcuenca del río Mallkini que es de pendiente accidentada, lo que no permite que haya infiltración en el subsuelo, ocasionando escorrentía directa pasado la precipitación, y en consecuencia la carencia de recargas hacia el río, esto hace que no se cuente con agua en el río para aprovechar con fines de riego.

Con los resultados de los cálculos realizados para determinar las características fisiográficas, se determinó un modelo matemático, cuya finalidad es determinar el comportamiento de los factores fisiográficos de la cuenca en la producción agrícola.

Para de determinar la ecuación se compara con los otros factores fisiográficos de las sub cuencas aledañas al lugar del estudio, en este caso

las sub cuencas de Muñani, San José, Azángaro, teniendo los resultados de la Tabla 17, cabe mencionar que los factores fisiográficos de dichas sub cuencas son resultados de los estudios realizados por el ALA Ramis y Huancané, según a que cuenca pertenece.

Tabla 17. Características fisiográficas y rendimiento de las cuencas vecinas, para la generación del modelo matemático.

SUB CUENCA	RENDIMIENTO (kg/ha)	FACTOR DE FORMA	INDICE DE COMPACIDAD	INDICE DE PENDIENTE	PENDIENTE (%)	ALTITUD MEDIA m.s.n.m.
Mallkini	18198.53	0.42	1.27	0.40	16.79 %	4279.46
Sorani	18468.93	0.17	1.43	0.34	11.74 %	4341.94
Muñani*	19560.64	0.17	1.71	0.11	1.51 %	4388.01
san José*	18027.93	0.19	1.48	0.15	8.40 %	4160.09
Azángaro*	18272.31	0.08	1.92	0.23	7.11 %	3977.33

Fuente: (*) ALA Huancané.

4.3. NIVEL ORGANIZACIONAL DE LA POBLACIÓN EN EL USO DEL RECURSO HÍDRICO.

Se realizó la entrevista a los pobladores para saber si existía una organización y/o junta de usuarios con fines para la mejor administración del recurso hídrico en la microcuenca del río Sorani, luego se entrevistó con el presidente del sector de Sorani para saber el tipo de organización que se tiene.

4.4. RENDIMIENTO DE CULTIVOS

Para determinar el rendimiento de los cultivos como tema de investigación se recurrió a los registros de producción de la empresa privada MICHEL Y C.I.A. S.A. que tiene el registro del año 2011, y como comparación con el registro de producción de la Dirección Agraria de Puno

que se realizó un promedio de los años (1998 – 2011), ya que en el centro poblado de Sorani no se tiene registro de la producción por parte de los pobladores, teniendo como resultados los siguientes datos.

Tabla 18. Rendimiento de Cultivos

	MICHEL Y C.I.A. S.A.	DIRECCION AGRARIA DE PUNO (SORANI)
Avena forrajera	18468.83 Kg/ha	17560.22 Kg/ha
Pastos cultivados	17256.54 Kg/ha	17101.62 Kg/ha

Fuente: Dirección Agraria de Puno y MICHEL Y C.I.A. S.A.

Del cuadro anterior, el rendimiento de la avena forrajera y pastos cultivados, se tiene que el rendimiento de estos cultivos es mucho mayor en la empresa privada que en la administración pública.

4.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Hipótesis Nula (Ho): Los factores de la gestión del recurso hídrico (X) no influye significativamente sobre la producción agrícola (Y)
(Ho: $b_1=0$)

Hipótesis Alterna (Ha): Los factores de la gestión del recurso hídrico (X) influye significativamente sobre la producción agrícola (Y) (Ho: $b_1 \neq 0$)

➤ **Nivel de significancia:**

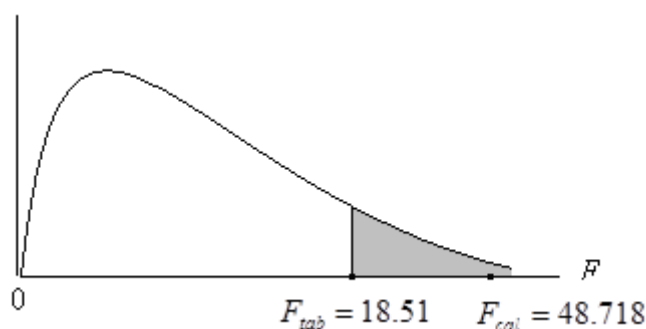
$$\alpha = 0.05$$

➤ **Estadístico de Prueba**

$F = \frac{CMR}{CME}$ Que se distribuye según con 1 grado de libertad en el numerador y n-2 grados de libertad en el denominador

➤ **Región Crítica** $F_{tab} = 18.51$

Para $\alpha = 0.05$, en la tabla F se encuentra el valor crítico de la prueba: $F_{0.95,1,2} = 18.51$



➤ **Cálculos**

Tabla 19. Análisis de Varianza para los datos, para los factores fisiográficos y la producción agrícola con SPSS

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	456349,275	1	228174,638	48,718	,001 ^b
	Residual	4683,587	2	4683,587		
	Total	461032,862	3			

a. Variable dependiente: Produccion de Avena

b. Variables predictoras: (Constante), Factor de Forma, Altitud

El anova nos muestra una Sig. de 0.001 (0.1%), resultado que indica que para nuestra investigación el modelo de regresión lineal múltiple elegido para la gestión del recurso hídrico y la producción agrícola es válido con un

nivel de significancia al 5%. De margen de error y un 95 % de confiabilidad.

Cabe mencionar que, durante la ejecución para determinar el modelo matemático, los factores fisiográficos tales como índice de compacidad, índice de pendiente y pendiente han tenido un coeficiente de correlación bajo (no explican a la variable dependiente, que en este caso es la producción agrícola), por lo que se optó por omitir estos factores del modelo matemático.

Tabla 20. Cálculo de coeficientes con el SPSS

Coeficientes^a

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
	B	Error típ.	Beta		
1 (Constante)	28600,536	1234,692		23,164	,007
Altitud	-2,663	,304	-1,090	-8,749	,002
Factor de Forma	2981,514	337,283	1,101	8,840	,002

a. Variable dependiente: Produccion de Avena

Donde:

La variable dependiente es: Rendimiento de los cultivos.

Las variables independientes es: Altitud, Factor de Forma.

Los resultados obtenidos son:

$$\beta_0 = \text{Constante} = 28600.536$$

$$\beta_1 = \text{Altitud} = -2.663$$

$$\beta_2 = \text{Factor de Forma} = 2981.514$$

Por lo tanto el modelo de regresión lineal múltiple es el siguiente:

$$\hat{Y} = 28600.536 - 2.663X_1 + 2981.514X_2 + \varepsilon_i$$

Dónde:

X1= altitud (m.s.n.m.)

X2= Factor de forma de la cuenca.

Respecto a la prueba t de Student se ha obtenido los siguientes resultados:

Constante	= 23.164
Altitud	= -8.749
Factor de Forma	= 8.840

El resultado obtenido mediante la prueba t de Student nos indica que los coeficientes calculados para la constante, altitud y factor de forma son estadísticamente diferentes de cero, lo que significa que el modelo es utilizable para la producción agrícola de avena forrajera.

En cuanto a la Hipótesis alterna, el análisis de regresión lineal múltiple nos permite señalar que existe influencia significativa de los factores fisiográficos de la cuenca (factor de forma y altitud), (X_i) en la producción agrícola (Y) de acuerdo al resultado obtenido encontramos un P valor de 0.001, lo cual determina que el coeficiente de regresión múltiple es significativo al 0.05, esto significa que $P = 0.001$ entonces $P = 0.001 < 0.05$ por lo tanto se acepta la hipótesis alterna.

Tabla 21. *Resumen del modelo matemático con el SPSS*

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,995 ^a	,990	,970	68,43674

a. Variables predictoras: (Constante), Factor de Forma, Altitud

Cabe indicar que el índice de eficiencia del modelo aplicado resulta aceptable, puesto que se ha obtenido un R^2 de 0.995 (el 99% de la variación de Y, es explicada por X y el 1% restante es debido a los errores y otras variables no consideradas). Por consiguiente R^2 nos indica que las variables independientes (altitud y factor de forma) explica el comportamiento de la variable dependiente (producción agrícola) en un 99%,

- **Decisión.-** A un nivel de significación del 5% $F_c = 48.718$ cae en la región de rechazo, debemos rechazar la Hipótesis Nula y aceptamos la hipótesis alterna y concluimos que si influyen los factores fisiográficos de la cuenca sobre la producción agrícola.

4.6. RESULTADOS DEL PROCESO DE ENCUESTAS EN LA MICROCUENCA SORANI

En el presente capítulo se presenta las cuadros y gráficos estadísticos, referente a los niveles de la gestión del recurso hídrico y la producción agrícola en la microcuenca del río Sorani, ambas variables son expresados por los habitantes del lugar, cuyo procesamiento de datos se ha hecho haciendo uso del paquete estadístico del SPSS y Microsoft Excel.

4.6.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

Los resultados de las percepciones que tienen, respecto a los factores fisiográficos y situación actual del uso del recurso hídrico.

Tabla 22. Niveles de calificación de la cantidad de agua con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego

Niveles	Frecuencia	%
Muy Insuficiente	19	86.4
Insuficiente	0	0.0
Regular	3	13.6
Suficiente	0	0.0
Muy Suficiente	0	0.0
Total	22	100.0

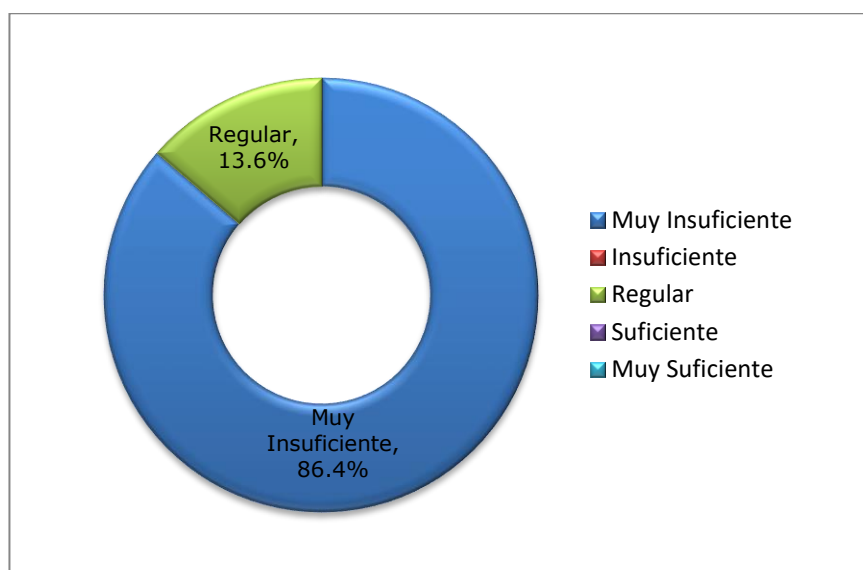


Figura 9. Gráfico de anillos sobre niveles de calificación de la cantidad de agua con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego.

Interpretación

En la Tabla 22 y Gráfico 09 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani. Opinan que la cantidad de agua con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego, es muy insuficiente y representan el 86.4%; y el 13.6% de familias dicen que es Regular. Esto

implica que existe un buen porcentaje de familias que manifiestan que están descontentos con el abastecimiento del agua, a nivel de parcela.

Tabla 23. Dedicación del agua a la actividad agrícola, al consumo humano y a la ganadería.

Niveles	Frecuencia	%
Ganadería	22	100.0
Consumo Humano	0	0.0
Otros	0	0.0
Total	22	100.0

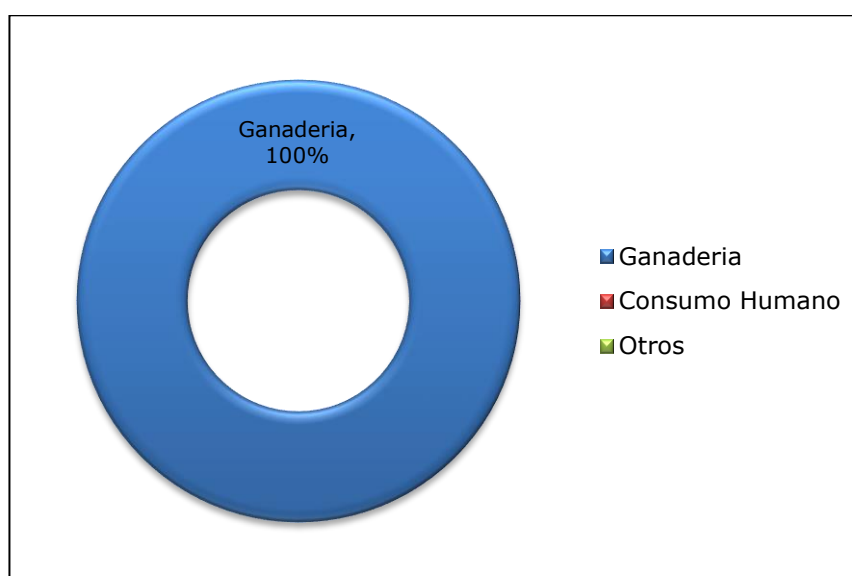


Figura 10. Gráfico de anillos sobre la dedicación del agua a la actividad agrícola, al consumo humano y a la ganadería.

Interpretación

En la Tabla 23 y Gráfico 10 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani. Indican que la dedicación del agua a la actividad agrícola, al consumo humano y a la ganadería, en la totalidad de las familias manifiesta que el agua existente le dan uso a la actividad agrícola y por lo tanto representan el 100%. Esto envuelve que todas las familias manifiestan es mucho más importante la ganadería.

Tabla 24. Niveles de calidad del agua para riego en la microcuenca del río Sorani

Niveles	Frecuencia	%
Muy Malo	0	0.0
Malo	0	0.0
Regular	2	9.1
Bueno	20	90.9
Muy Bueno	0	0.0
Total	22	100.0

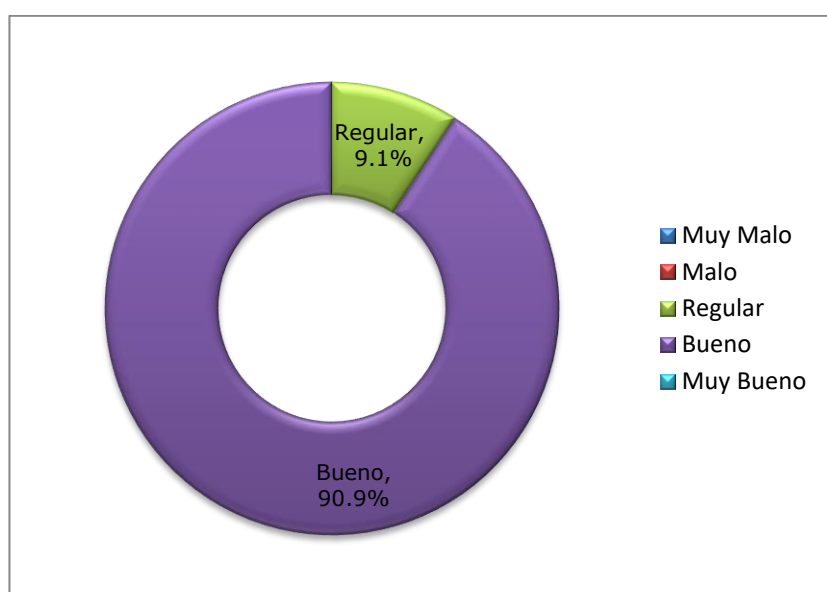


Figura 11. Gráfico de anillos sobre los niveles de calidad del agua para riego en la microcuenca del río Sorani

Interpretación

En la Tabla 24 y Gráfico 11 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani. Opinan sobre la calidad del agua en la actualidad, en su mayoría de las familias manifiestan que es Buena y representan el 90.9%; y el 9.1% de familias dicen que es Regular. Esto implica que existe un buen porcentaje de familias que revelan que están satisfechos con la calidad del agua para uso con fines agrícolas.

Tabla 25. Niveles de suficiencia del área de riego para satisfacer la demanda del consumo del ganado

Niveles	Frecuencia	%
Muy Insuficiente	17	77.3
Insuficiente	2	9.1
Regular	1	4.5
Suficiente	2	9.1
Muy Suficiente	0	0.0
Total	22	100.0

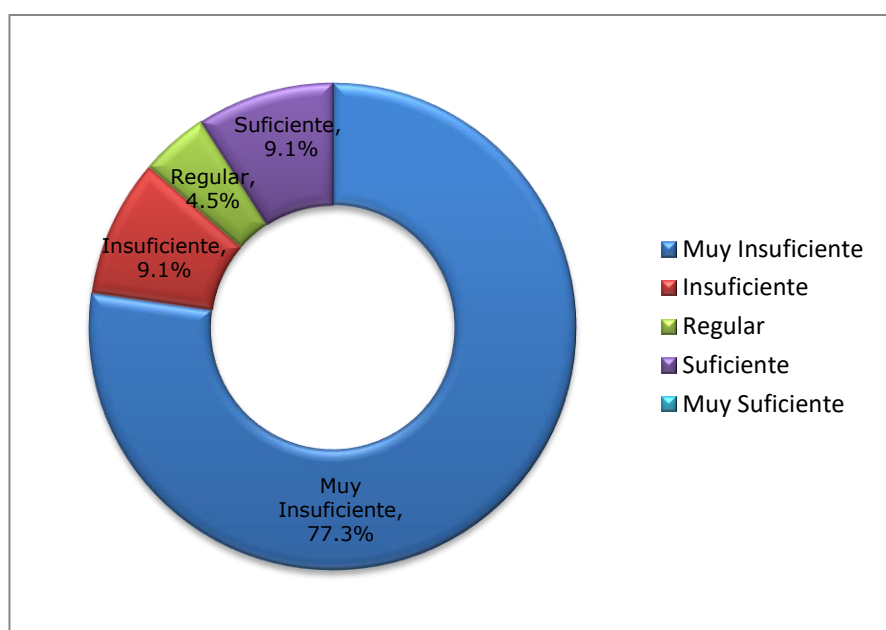


Figura 12. Gráfico de anillos sobre los niveles de suficiencia en el área de riego para satisfacer la demanda del consumo del ganado.

Interpretación

En la Tabla 25 y Gráfico 12 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani: dicen sobre la suficiencia del área de riego para satisfacer la demanda del consumo del ganado; en la mayoría de las familias indican que es muy insuficiente y representan el 77.3%; y el 9.1% dicen que Insuficiente, también se observa que existen familias que se muestran con opinión de Regular y representa el 4.5% respectivamente, mientras existe

otro grupo de familias que opinan ligeramente de Suficiente los cuales representan el 9.1%. Esto implica que existe un buen porcentaje de familias que manifiestan que es muy insuficiente el área de riego.

Tabla 26. Niveles de dificultad sobre la ubicación de la fuente de agua, para el aprovechamiento en el uso del riego

Niveles	Frecuencia	%
Muy Desacuerdo	5	22.7
En desacuerdo	0	0.0
Neutral	0	0.0
De Acuerdo	1	4.6
Muy de Acuerdo	16	72.7
Total	22	100.0

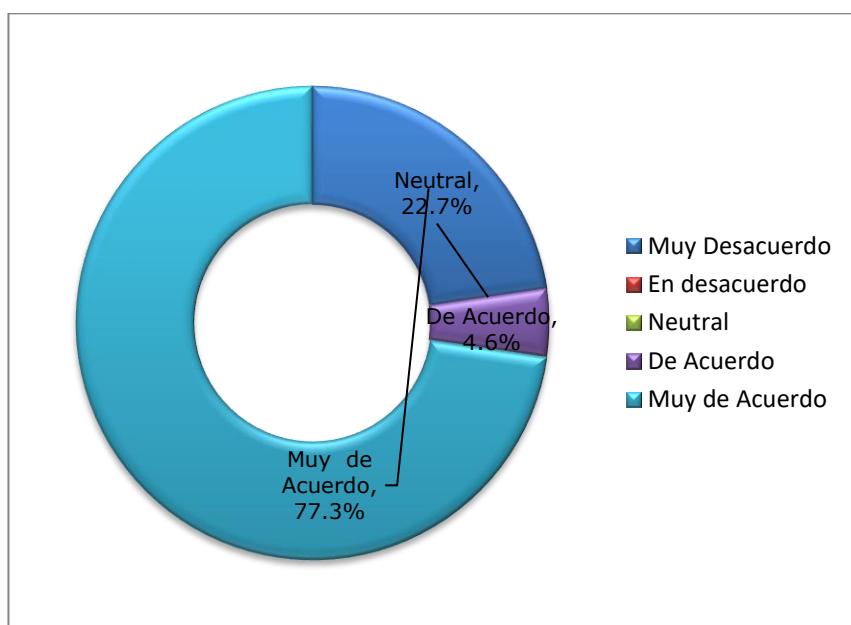


Figura 13. Gráfico de anillos sobre los niveles de dificultad en la ubicación de la fuente de agua, para el aprovechamiento en el uso del riego

Interpretación

En la Tabla 26 y Gráfico 13 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani: dicen sobre los niveles de dificultad de la

ubicación de la fuente de agua, para el aprovechamiento en el uso del riego; en la mayoría de las familias indican que está muy de acuerdo y representan el 77.3%; y el 4.6% opinan de Acuerdo, también se observa que existen familias que se muestran con opinión Neutral y representa el 22.7% respectivamente. Esto involucra que existe un buen porcentaje de familias que se muestran muy de acuerdo con la dificultad que tienen de aprovechar con la ubicación actual de la fuente del agua para el riego.

Tabla 27. Niveles del uso adecuado de la infraestructura con que se cuenta actualmente para de fines de riego

Niveles	Frecuencia	%
Muy Inadecuado	22	100.0
Inadecuado	0	0.0
Regular	0	0.0
Adecuado	0	0.0
Muy Adecuado	0	0.0
Total	22	100.0

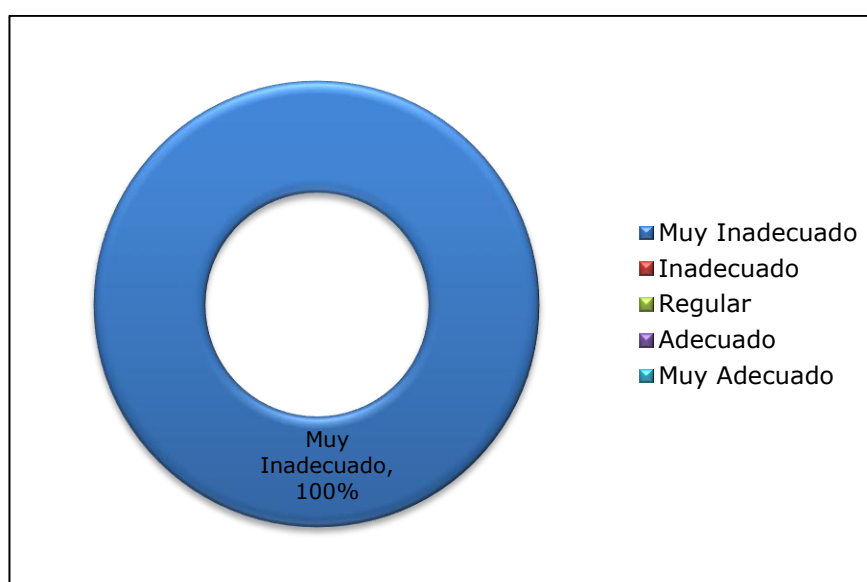


Figura 14. Gráfico de anillos sobre los niveles del uso adecuado de la infraestructura con que se cuenta actualmente para de fines de riego

Interpretación

En la Tabla 27 y Gráfico 14 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani: indican sobre el uso adecuado de la infraestructura con que se cuenta actualmente para de fines de riego, en la totalidad de las familias muestran muy Inadecuado y por lo tanto representan el 100%. Esto envuelve que todas las familias se muestran que es mucho más importante la infraestructura para los fines de riego.

Tabla 28. Niveles del uso suficiente de la infraestructura de riego con que se cuenta actualmente

Niveles	Frecuencia	%
Muy Insuficiente	22	100.0
Insuficiente	0	0.0
Regular	0	0.0
Suficiente	0	0.0
Muy Suficiente	0	0.0
Total	22	100.0

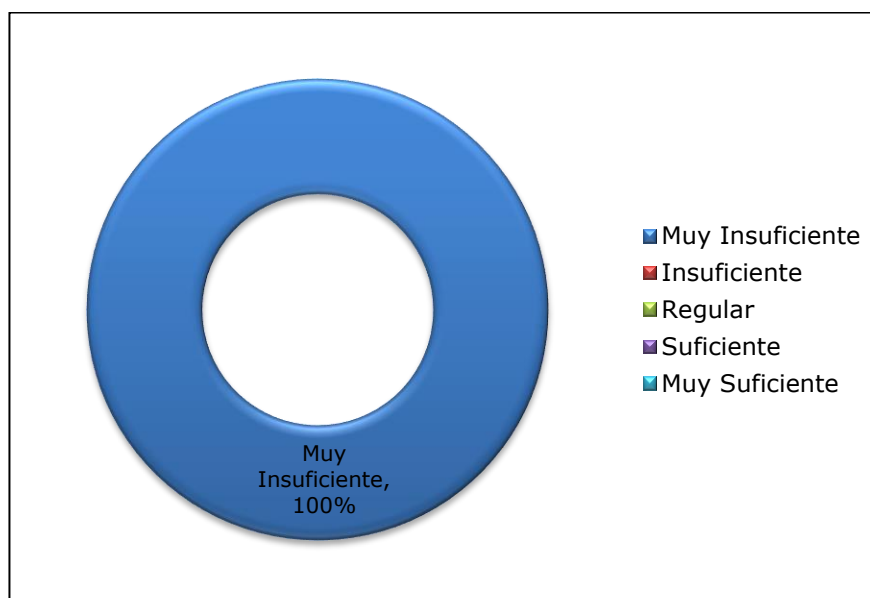


Figura 15. Gráfico de anillos sobre los niveles del uso suficiente de la infraestructura de riego con que se cuenta actualmente

Interpretación

En la Tabla 28 y Gráfico 15 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani: indican sobre el uso suficiente de la infraestructura de riego con que se cuenta actualmente, en la totalidad de las familias exponen muy Insuficiente y por lo tanto representan el 100%. Esto encierra que todas las familias se muestran insatisfechas con la infraestructura para los fines de riego.

Tabla 29. Tipo de riego que se utiliza en las parcelas de riego

Tipo	Frecuencia	%
Gravedad	13	59.1
Aspersión	0	0.0
Goteo	0	0.0
Secano	9	40.9
Total	22	100.0

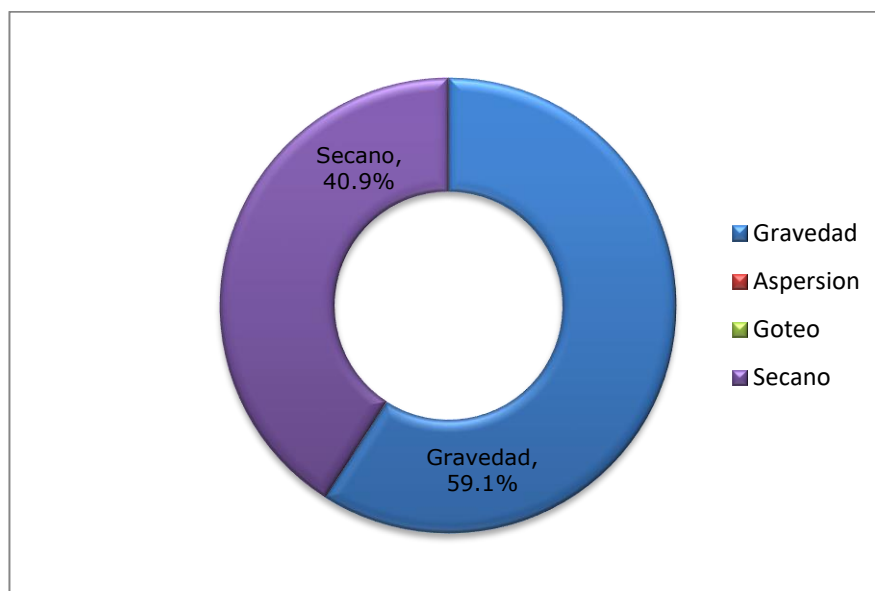


Figura 16. Gráfico de anillos sobre los tipos de riego que se utiliza en las parcelas de riego

Interpretación

En la Tabla 29 y Gráfico 16 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani: indican sobre los tipos de riego que se utiliza en las parcelas de riego, el 59.1% de familias exponen el tipo de riego por gravedad; en cambio existe otro grupo de familias que dicen que solamente el riego es con la precipitación pluvial (secano) y re presentan el 40.9%. Esto implica que la mayoría de las familias hacen uso del tipo de riego por gravedad y el resto no tiene facilidad de uso del recurso hídrico.

Tabla 30. Niveles de calificación del sistema de riego que se usa en las parcelas

Niveles	Frecuencia	%
Muy Malo	1	4.6
Malo	3	13.6
Regular	8	36.4
Bueno	9	40.9
Muy Bueno	1	4.5
Total	22	100.0

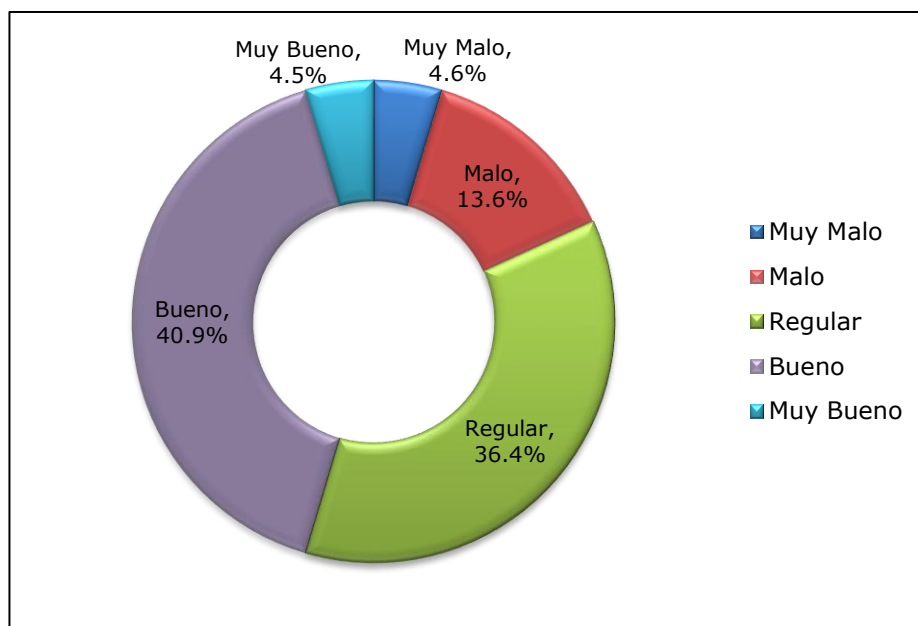


Figura 17. Gráfico de anillos sobre los niveles de calificación del sistema de riego por gravedad que se usa en las parcelas.

Interpretación

En la Tabla 30 y Gráfico 17 observamos que de las 22 familias, opinan del nivel de calificación del sistema de riego por gravedad que se usa en las parcelas; en la mayoría de las familias indican que es Bueno y representan el 40.9%; y el 36.4% de familias opinan Regular, también se observa que existen familias que se muestran con opinión de Malo y representa el 13.6% respectivamente. Esto involucra que existe un buen porcentaje de familias que se muestran satisfechos con el sistema de riego.

Tabla 31. Niveles de dificultad de la forma del área de las parcelas en el manejo de un sistema de riego

Niveles	Frecuencia	%
Muy Desacuerdo	8	36.4
En desacuerdo	2	9.1
Neutral	2	9.1
De Acuerdo	1	4.5
Muy de Acuerdo	9	40.9
Total	22	100.0

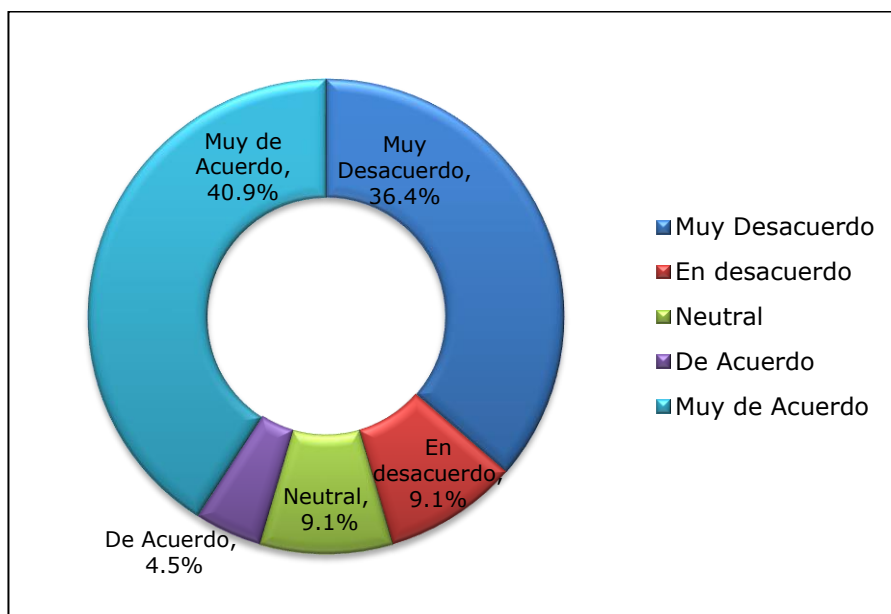


Figura 18. Gráfico de anillos sobre los niveles de dificultad de la forma del área de las parcelas en el manejo de un sistema de riego

Interpretación

En la Tabla 31 y Gráfico 18 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani: indican sobre la dificultad de la forma del área de las parcelas en el manejo de un sistema de riego; en la mayoría de las familias opinan que están Muy de Acuerdo y representan el 40.9%; y el 36.4% de familias dicen que están Muy Desacuerdo, también se observa que existen familias que se muestran con opinión de Neutral y representa el 9.1%. Esto abarca que existe un buen porcentaje de familias que se muestran de Acuerdo con que dificulta la forma de las parcelas para el manejo del sistema de riego.

Tabla 32. Desniveles de las parcelas de riego que dificultan el manejo de las tecnologías de riego

Niveles	Frecuencia	%
Muy Desacuerdo	3	13.6
En desacuerdo	1	4.6
Neutral	8	36.4
De Acuerdo	7	31.8
Muy de Acuerdo	3	13.6
Total	22	100.0

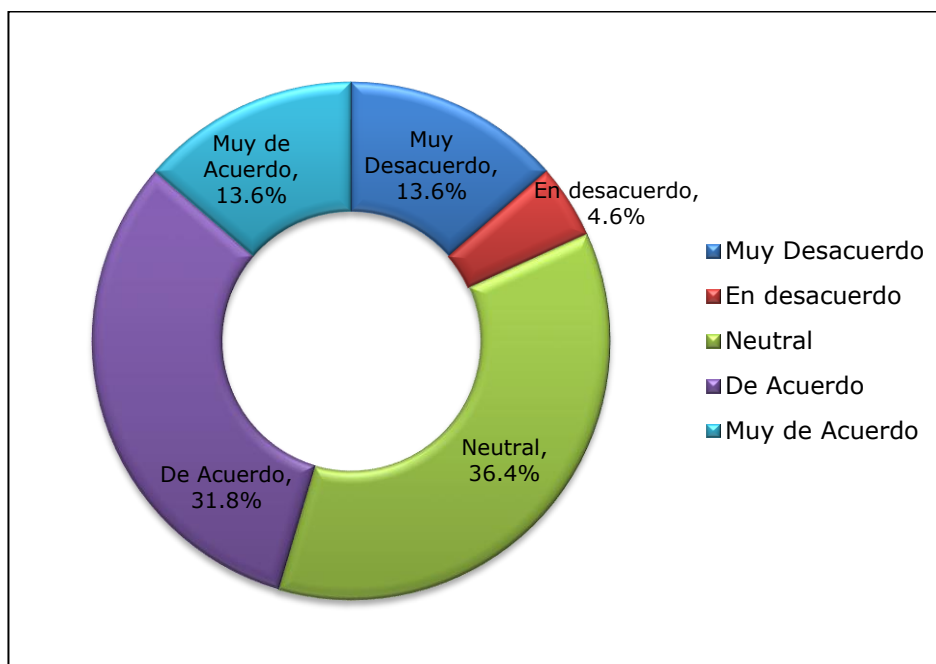


Figura 19. Gráfico de anillos sobre los desniveles de las parcelas de riego que dificultan el manejo de las tecnologías de riego

Interpretación

En la Tabla 32 y Gráfico 19 observamos que de las 22 familias; opinan sobre la dificultad que presenta los desniveles de las parcelas de riego para el manejo de las tecnologías de riego; en la mayoría de las familias el 36.4% consideran como Neutral; y el 31.8% de familias dicen que están de Acuerdo, también se observa que existen familias que se muestran con opinión de Muy de Acuerdo y Muy Desacuerdo representa el 13.6%. Esto nos dice que existe un buen porcentaje de familias que expresan que no influyen los desniveles de las parcelas en la utilización de una técnica de riego.

Tabla 33. Niveles de dificultad de la altitud para el desarrollo normal de las plantas

Niveles	Frecuencia	%
Muy Desacuerdo	4	18.2
En desacuerdo	3	13.6
Neutral	5	22.7
De Acuerdo	10	45.5
Muy de Acuerdo	0	0.0
Total	22	100.0

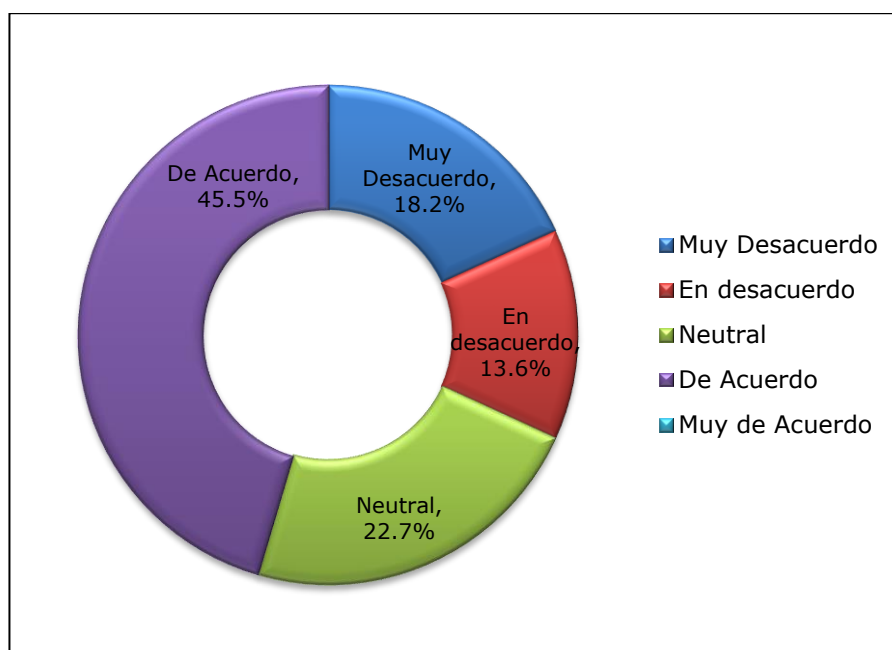


Figura 20. Gráfico de anillos sobre los niveles de dificultad en la altitud para el desarrollo normal de las plantas

Interpretación

En la Tabla 33 y Grafico 20 observamos que 22 familias de la microcuenca del rio Sorani: opinan de los niveles de dificultad de la altitud para el desarrollo normal de las plantas; el 45.5% de las familias dicen estar acuerdo y el 22.7% de familias se muestran como Neutral, también se observa que hay familias que se muestran con opinión de Muy desacuerdo y en desacuerdo representan el 18.2% y 13.6% respectivamente. Esto implica

que existe un buen porcentaje de familias que están de acuerdo con que la altitud dificulta en el normal desarrollo de las plantas.

Tabla 34. Niveles de dificultad del tipo de cobertura vegetal para realizar las actividades agrícolas

Niveles	Frecuencia	%
Muy Desacuerdo	7	31.9
En desacuerdo	0	0.0
Neutral	1	4.5
De Acuerdo	2	9.1
Muy de Acuerdo	12	54.5
Total	22	100.0

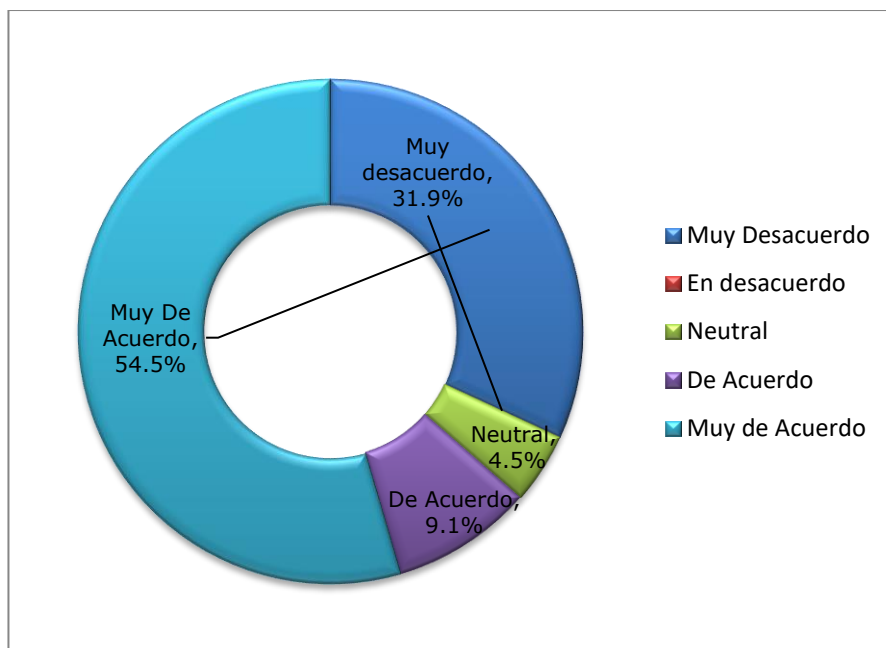


Figura 21. Gráfico de anillos sobre los niveles de dificultad en el tipo de cobertura vegetal para realizar las actividades agrícolas
Interpretación

En la Tabla 34 y Grafico 21 observamos que 22 familias de la microcuenca del rio Sorani: opinan de los niveles de dificultad del tipo de cobertura vegetal para realizar las actividades agrícolas; el 54.5% de las familias se expresan Muy de Acuerdo y el 31.9% de familias se muestran

Muy desacuerdo, también se observa que existen familias que se muestran con opinión de Acuerdo y en forma Neutral representan el 9.1% y 4.5% respectivamente. Esto implica que la mayoría de familias afirman que la cobertura vegetal existente dificulta para realizar actividades agrícolas.

Tabla 35. Niveles de calificación del tipo de suelo que se usa para la actividad agrícola

Niveles	Frecuencia.	%
Muy Malo	1	4.6
Malo	0	0.0
Regular	3	13.6
Bueno	18	81.8
Muy Bueno	0	0.0
Total	22	100.0

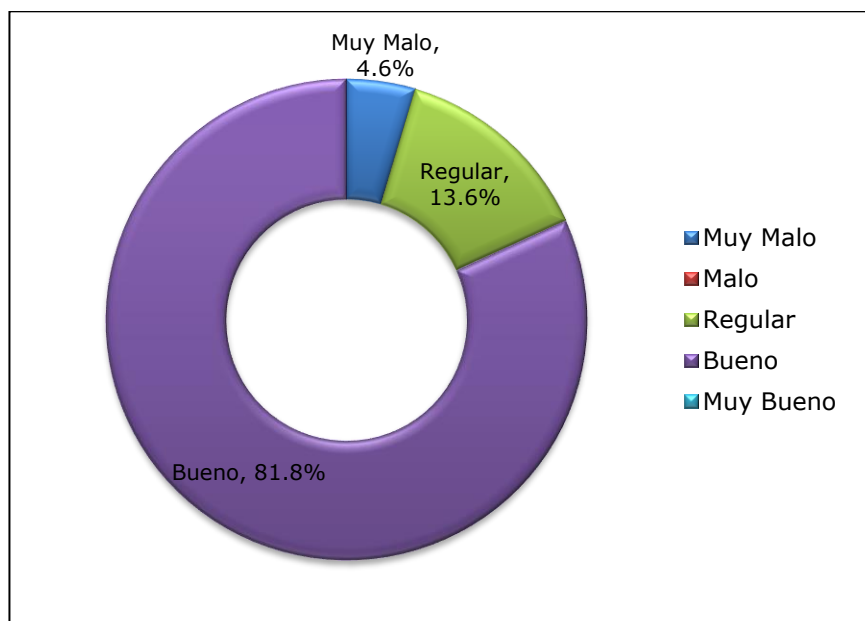


Figura 22. Gráfico de anillos sobre los niveles de calificación del tipo de suelo que se usa para la actividad agrícola
Interpretación

En la Tabla 35 y Gráfico 22 observamos que de las 22 familias; opinan sobre los niveles de calificación del suelo que se usa para la actividad agrícola; la mayoría de las familias se expresan como Bueno y representan

el 81.8%; y el 13.6% de familias opinan como Regular, también se observa que existen familias que se muestran con opinión de muy malo y representan el 4.5%. Esto implica que la mayoría de familias que están satisfechos con el tipo de suelo que se usa para la actividad agrícola.

Tabla 36. Tipo de organización o junta de usuarios relacionado al uso adecuado del recurso hídrico

Niveles	Frecuencia	%
No	22	100.0
Si	0	0.0
Total	22	100.0

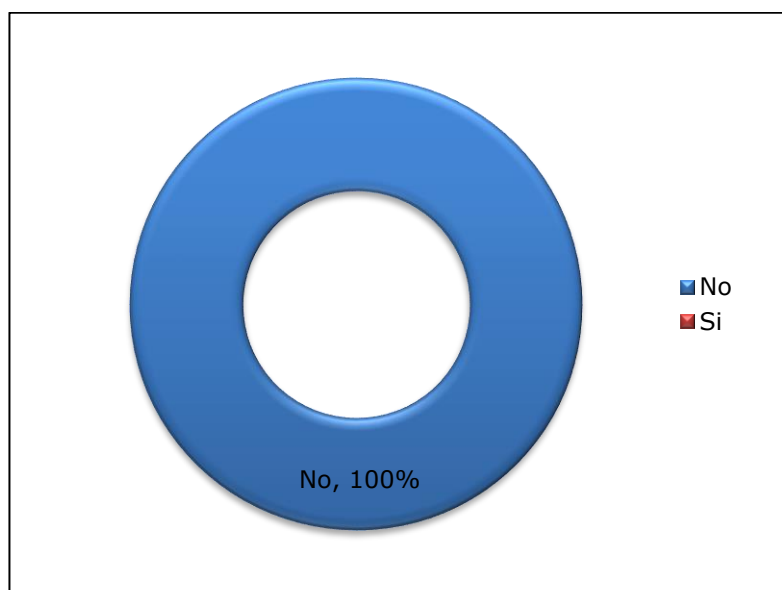


Figura 23. Gráfico de anillos sobre pertenencia de alguna organización o junta de usuarios relacionado al uso adecuado del recurso hídrico

Interpretación

En la Tabla 36 y Gráfico 23 observamos que 22 familias de la microcuenca del río Sorani. Indican sobre la existencia de alguna organización o junta de usuarios relacionado al uso adecuado del recurso hídrico, en la totalidad de las familias manifiestan que no existe organización

alguna y por lo tanto representan el 100%. Esto indica que todas las familias necesitan con urgencia alguna organización del manejo adecuado del recurso hídrico.

4.6.2. DISCUSION

4.6.2.1. Disponibilidad del Recurso hídrico.

De acuerdo a los resultados, entre la oferta y la demanda del recurso hídrico (**Figura 3**), con que se cuenta es suficiente para para el área de riego que se tiene actualmente en la sub cuenca del rio Sorani, no siendo esto el problema en la producción agrícola, y de acuerdo a la encuesta realizadas en la microcuenca, sobre la disposición de cantidad de agua en la parcela de riego (**Tabla 22**), en un 86.4% afirman que es insuficiente la cantidad de agua y el 13.6% que es regular, de donde se puede deducir que es insuficiente en la misma parcela, esto debido a la falta de una infraestructura de riego que facilite el uso del recurso hídrico en la misma parcela de riego. Y esto se ve reflejado en la encuesta realizada, sobre la dificultad con que aprovechan el recurso hídrico (**Tabla 26**). Donde afirman que el lugar de la captación no es de fácil y adecuada acceso para captar y conducir el agua hacia las parcelas de riego.

4.6.2.2. Fisiografía de la cuenca

Según la fisiografía de las subcuencas de Sorani y Mallkini, son de características similares donde tienen una pendiente suave (**Tabla 16**), y está según los estudios realizados en el rango para realizar una agricultura

buena, teniendo como una dificultad para los pobladores de la microcuenca del río Sorani, para realizar una buena agricultura, la forma irregular de las parcelas y el desnivel que presentan dichas parcelas de riego según la encuesta realizada (**Tabla 31 y Tabla 32**) respectivamente, que limitan a la aplicación de riego por gravedad más eficientemente, con respecto a la cobertura vegetal predominante que es el ichu, no presenta una dificultad mayor para realizar la agricultura (**Tabla 34**), por otra parte el suelo donde se practica la agricultura es calificado de bueno para realizar agricultura, para los pobladores de la microcuenca del río Sorani (**Tabla 35**).

4.6.2.3. Organización

Una de los factores que si influyen significativamente en la mala administración del recurso hídrico, es la falta de organización, como indican los mismos pobladores de la microcuenca del río Sorani (**Tabla 36**), esta falta de organización es a causa de la falta de infraestructura de riego (**Tabla 27 y Tabla 28**), donde manifiestan que no se cuenta con infraestructura que facilite el uso óptimo del recurso hídrico, ya que no habiendo contando con la infraestructura de riego, no tienen la necesidad de utilizar adecuadamente el recurso hídrico.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Deficiente recurso hídrico en la microcuenca del río Sorani, se origina por la falta de organización (junta de usuarios y/o comité riego), y esto como causa por la falta de infraestructura de riego, ya que los pobladores en la gran mayoría no tienen acceso al recurso hídrico para fines de riego, reflejándose esta situación en la diferencia de producción de los cultivos de avena forrajera y pastos cultivados entre ambas administraciones. Donde la administración privada tiene un rendimiento de cultivo mayor que la administración a nivel comunidad de Sorani. puesto que en el balance hídrico, se determinó que la cantidad del recurso hídrico es suficiente para satisfacer la demanda agrícola, desde el mes de setiembre (1.83 m³/seg.) hasta el mes de abril (0.83 m³/seg.), por lo cual con el fin de administrar mejor el recurso hídrico es necesario la construcción de una infraestructura de almacenamiento para los meses donde no hay presencia de precipitaciones.
- La disponibilidad de agua con fines agrícolas con que se cuenta actualmente en la microcuenca del río Sorani es suficiente para el área de riego que se tiene actualmente, siendo el caudal aforado de 64.37lts/seg en el mes de julio (mes más crítico en la carencia del agua), para una extensión de 20.25 hectáreas de área de riego. Se

determinó los siguientes caudales con una probabilidad del 75%: Enero ($4.15\text{m}^3/\text{seg.}$), Febrero ($1.05\text{m}^3/\text{seg.}$), Marzo ($0.98\text{m}^3/\text{seg.}$), Abril ($0.83\text{m}^3/\text{seg.}$), Mayo ($0.0\text{m}^3/\text{seg.}$), Junio ($0.0\text{m}^3/\text{seg.}$), Julio ($0.0\text{m}^3/\text{seg.}$), Agosto ($0.0\text{m}^3/\text{seg.}$), Setiembre ($1.83\text{m}^3/\text{seg.}$), Octubre ($1.97\text{m}^3/\text{seg.}$), Noviembre ($2.05\text{m}^3/\text{seg.}$), Diciembre ($2.07\text{m}^3/\text{seg.}$), cabe mencionar que en el mes de julio se aforo un caudal de $0.064\text{m}^3/\text{seg.}$, esto se ve reflejada haciendo la comparación con el caudal generado, donde en ambos casos se tiene $0.0\text{m}^3/\text{seg.}$

- Los factores fisiográficos de la cuenca tales como la superficie, topografía, altitud, suelo y cobertura vegetal de la microcuenca, si influyen en el uso inadecuado del recurso hídrico para la producción agrícola de los cultivos de avena forrajera y pastos cultivados en la microcuenca del río Sorani, por el tamaño y las forma irregular de las parcelas de riego, ya que en la mayoría son extensiones pequeñas que no facilitan el uso de una tecnología de riego adecuada.

Los factores que influyen de una más relevante son la altitud y el factor de forma de las subcuencas, tal como manifiestan los mismos agricultores del lugar, a través de la encuesta, y esto a la vez es corroborado con el modelo matemático generado a partir de los factores fisiográficos de las subcuencas.

Para lo cual se determinó el modelo matemático para determinar la producción agrícola en función de la altitud y el factor de forma.

$$\hat{Y} = 28600.536 - 2.663X_1 + 2981.514X_2 + \varepsilon_i$$

Dónde: x_1 = altitud en m.s.n.m.

X_2 = factor de forma.

- En la microcuenca del río Sorani, no hay una organización para el uso adecuado del recurso hídrico (Junta de usuarios de riego y/o comités de riego), uno de los factores para que no exista esta tipo de organización (con fines de administrar y dar un uso adecuado del recurso hídrico) es la carencia de infraestructura de riego que se tiene en la microcuenca del río Sorani.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios, tomando como factores, otras variables tales como la calidad de la semilla, calidad del suelo, los factores climatológicos entre otros. Ya que de alguna manera influyen en el uso eficiente del recurso hídrico y como ende en la producción agrícola.
- Implementar un reservorio, para satisfacer la demanda de agua en los meses de estiaje, tales como en los meses de mayo, junio, julio y agosto, para satisfacer de esa manera la demanda de los cultivos que se realiza.
- Implementar un sistema de riego, para de esa manera optimizar el recurso hídrico, ya que actualmente no se le da el uso adecuado por la falta de infraestructura.

- Comprometer a los profesionales para sensibilizar a los campesinos en la Cultura del uso adecuado del recurso hídrico. La importancia por el ámbito de trabajo para nuestra Facultad y Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, siendo la labor de ser un profesional capacitado y acreditado a nivel regional, nacional e internacional, para liderar o participar en equipos multidisciplinarios, en la planificación, diseño, evaluación, ejecución y supervisión de proyectos de ingeniería, que promueven el desarrollo de la infraestructura social, productiva y energética, con énfasis en el desarrollo rural, teniendo en consideración la conservación de los recursos naturales y el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

Andrade Espinoza, Simón. (2005). Diccionario de Economía. 3ª Ed. Lima - Perú: Editorial Andrade.

Agüero Pittman, Roger. (1997). Agua potable para poblaciones rurales. Lima – Perú.

Conway, G. R. (1986). Agroecosystem analysis for research and development. Bangkok: Editorial Winrock International.

Díaz, Carlos. (1999). Estimación de las características fisiográficas de una cuenca con la ayuda de SIG Y MEDT. Universidad Autónoma del estado de México, Toluca - México.

Gurovich R., Luís A. (1999). Riego Superficial Tecnificado. 3ª Ed. México: Editorial Alfa omega; Universidad Católica de Chile.

García Casillas, Ignacio y Briones Sánchez, Gregorio (1997). Sistemas de Riego. México: Editorial Trillas. (257 pág.).

Ivancevich, (1996). Gestión: calidad y competitividad. 2ª Ed. Madrid: Editorial IRWIN.

Leyva, Ana y Cruz, Elqui (Red Muqui). (2011). Acercándonos a la ley de recursos hídricos y su reglamento. Lima – Perú: Editorial imagegraf.

Linsley – Kohler. (1994). Hidrología para ingenieros. México: Editorial McGraw Hill. (357 pág.)

Linsley, R. Y Franzini, J. (1972). Ingeniería de los Recursos Hidráulicos. México: Editorial McGRAW-HILL.. (775 pág.).

Martínez Garza, Ángel. (1988). Diseños experimentales métodos y elementos de la teoría. México D.F. – México: Editorial Trillas S.A. de C.V.

Medina San Juan, J.A. (1993). Riego por Goteo. Madrid – España: Ediciones Mundi – prensa.

Rocha F., Arturo. (2007). Recursos Hidráulicos. 1ª Ed. Lima – Perú: Edición, Colegio de Ingenieros del Perú.

Salazar, Leroy. (1980). Guía para Estudios de Evapotranspiración e Instalación de Parcelas demostrativas con Riego por Superficie. UTA State University – EE.UU.: Internacional Irrigación Center. Logan.

Santillán, Eduardo. (2004). Análisis Morfométrico y Delimitación de Cuencas Hidrográficas De Topografía Compleja. México: Centro de investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco.

Serruto Colque, Ramón. (1987). Riego y Drenaje. Una Puno – Facultad de Ciencias Agrarias.

Van Hofwegen y Jaspers. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas teoría y práctica. Santiago de Chile: Editorial CEPAL ECLAC.

Vásquez V., Absalón. y Chang N., Lorenzo. (1998). El Riego. Lima - Perú: Editorial ONER;

Vásquez V., Absalón Y Chang N., Lorenzo. (1992). El Riego Principios y Básicos Tomo I. Lima - Perú: Editorial ONER;. 163 Pág.

Vásquez, Absalón. (1995). La agricultura peruana en el siglo XXI retos y oportunidades. Lima: ministerio de agricultura.

Villón Béjar, Máximo. (2002). Hidrología. Lima – Perú: Editorial: Villón.

TESIS, TRABAJOS DE GRADO Y TRABAJOS DE INVESTIGACION

Guevara Palomino, M. E. (1995). Inventario y Evaluación de la infraestructura de riego de la zona intermedia en la margen derecha del río Colca con fines de mejoramiento de Riego, caso de estudio Distrito Lari. Tesis de Ingeniero Agrícola. Lima: UNALAM.

Molina, M, "Hidrología", PubliDrat - UNALM.

Pereira, L.S. & Trout, T.J. (1999). Irrigation Methods Irrigation and Drainage. En: Handbook of Agricultural Engineering. Ed. CIGR-The International Commission of Agricultural Engineering. ASCE, 297-379.

Vásquez Montenegro, Thomas A. (2006). Gestión y Evaluación del uso de los recursos hídricos, en el sector agrario, valle Chancay Lambayeque 1996 –2004, Tesis de ingeniero agrícola Chiclayo. UNALAM,

DOCUMENTOS EN INTERNET

Dirección Agraria Puno, Series históricas de la producción agrícola [internet]. [Consultado 2013 enero 15]. Disponible en <http://www.agropuno.gob.pe/?q=node/65>

Autoridad Nacional del Agua - Administración Local de Agua Huancané, Evaluación de los Recursos Hídricos en las Cuencas de los Ríos Huancané y Suches [internet]. [Consultado 2013 diciembre 13]. Disponible en [http://www.ana.gob.pe/media/418837/inventario%20fuentes%20h%C3%ADricas%20superficiales%20-%20cuencas%20huancan%C3%A9%20y%20suches.pdf](http://www.ana.gob.pe/media/418837/inventario%20fuentes%20h%C3%ADdricas%20superficiales%20-%20cuencas%20huancan%C3%A9%20y%20suches.pdf)

Ministerio de Agricultura - Administración Técnica Del Distrito riego Ramis, Estudio Integral De Los Recursos Hídricos De La Cuenca Del Rio Ramis [internet]. [Consultado 2013 diciembre 13]. Disponible en http://www.ana.gob.pe/media/293579/fuentes_agua_superficial_ramis.pdf

ANEXO

- A.** HOJA IPRH PARA REALIZAR EL INVENTARIADO DE LAS FUENTES DE AGUA.
- B.** CALCULO DE LA DEMANDA AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS - MALLKINI.
- C.** CALCULO DE LA DEMANDA AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS - SORANI.
- D.** GENERACION DE CAUDALES DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE MUÑANI.
- E.** RENDIMIENTO DE CULTIVOS DE LA DRA-PUNO Y EMPRESA MICHELL & C.I.A.
- F.** CÁLCULOS DE LOS FACTORES FISIOGRAFÍA DE LAS SUBCUENCAS
- G.** HOJA DE ENCUESTAS UTILIZADO EN ESTUDIO.
- H.** ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA
- I.** PANEL FOTOGRÁFICO
- J.** PLANOS DE LAS SUBCUENCAS.

ANEXO A1:

HOJA IPRH PARA REALIZAR EL INVENTARIO DE LAS FUENTES DE AGUA

- A1 – 1: INVENTARIO DE MANANTES
- A1 – 2: INVENTARIO DE RIOS Y QUEBRADAS
- A1 – 3: INVENTARIO DE LAGUNAS Y VASOS INUNDABLES
- A1 – 4: INVENTARIO DE INFRAESTRUCTURA DE RIEGO
- A1 – 5: INVENTARIO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO

Anexo A1 - 1

INVENTARIO DE MANANTES

Nombre de responsable	<input type="text"/>	Microcuenca	<input type="text"/>
Institución y cargo:	<input type="text"/>	Caserío:	<input type="text"/>
Fecha	<input type="text"/>	Manantial:	<input type="text"/>
UBICACIÓN (croquis al revés de la hoja)		Código	<input type="text"/>
Memoria(s) GPS	<input type="text"/>	Altura:	<input type="text"/>
			msnm

CAUDAL

(1) Método volumétrico		(2) Aforador triangular (30 l/s)		(3) Aforador rectangular (80 l/s)		(4) Aforador rectangular (250 l/s)		Caudal Q (l/s)
Volumen: V (litros)	Tiempo: T (segundos)	Ancho canal: B (m)	H1 (m)	Ancho canal: B (m)	H1 (m)	Ancho canal: B (m)	H1 (m)	
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

USO(S) ACTUALES Y POTENCIALES

¿El manantial tiene algún tipo de uso? SI NO

→ ¿Existe un sistema de aprovechamiento?: SI NO ¿Existe algún potencial de aprovechamiento? SI NO

Nombre del sistema:
Código:

USO(S) Y USUARIO(S)

TIPO DE USO	domes-tico	Bebe-dero	Otro
Marcar con cruz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
N° Familias	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
N° cabezas (gan.)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

LLENAR FICHA DE INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO

→ ¿Existe algún potencial adicional de aprovechamiento? SI NO

Nombre del proyecto: ← Nombre del proyecto
Código: ← Código

LLENAR FICHA DE INFORMACIÓN DE PROYECTOS DE APROVECHAMIENTO HIDRÁULICO

Si se identificó más de un proyecto, colocar abajo los nombres y códigos de cada uno:

Anexo A1 - 3

Inventario de lagunas y vasos inundables

Nombre de responsable: Micro cuenca
 Institución y cargo: caserío
 Fecha: Nombre de laguna:
 Nombre de vaso:

UBICACIÓN (croquis al revés de la hoja)

Punto croquis														
Memoria GPS														
Altura msnm														

Existe actualmente un volumen regulable? SI NO

→ Volumen regulable. $V =$ m³

→ Sistemas de aprovechamiento hidráulico beneficiados con el agua almacenada:

Nombre del sistema	Código de identificación	% del volumen almacenado

¿Existe un potencial (adicional) regulable?
 SI NO

VOLUMEN:

- Longitud del dique proyectado: L (m)
- Altura del dique proyectado: h (m)

Lagunas

- Area actual (en época de estiaje): A estiaje (m²)
- Longitud del vaso inundable: L (m)=
- Ancho promedio del vaso inundable: B(m) =
- Posibilidad de bajar el nivel de drenaje: D nivel drenaje (m)=
- Volumen de almacenamiento (m³, primera aproximación):
- $V = (A \text{ estiaje} + L \times B) / 2 \times (h + D \text{ nivel drenaje}) \times 0,75$

Vasos inundables

- Longitud del vaso inundable: L (m)=
 - Ancho promedio del vaso inundable: B(m) =
 - Factor de geometría longitudinal FI =
 - Factor de geometría transversal Fb =
 - Volumen de almacenamiento (m³, primera aproximación)
 - $V = (L \times B \times h) \times FI \times Fb \times 0.75$
- | | |
|-------------------|--------------|
| $F = \frac{3}{4}$ | longitudinal |
| $F = \frac{1}{2}$ | |
| $F = \frac{1}{4}$ | |
| $F = \frac{2}{3}$ | transversal |
| $F = \frac{1}{3}$ | |

SISTEMA DE APROVECHAMIENTO A UTILIZAR EL AGUA ALMACENADA

Sistemas existentes: Nombre del sistema	Sistemas nuevos Nombre del Proyecto	Código de identificación	% del volumen (adicional almacenado)

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DEL VASO

Anexo A1 - 4

Inventario de Infraestructura de riego

Nombre de responsable:		Micro cuenca(s):	
Institución y cargo:			
Fecha:		Caserío(s):	
Nombre del sistema:		Código:	

UBICACION (croquis al revés de la hoja)

Punto croquis													
Memoria GPS													
Altura msnm													

FUENTE(S) DE AGUA (en orden de importancia)

Nº	Nombre	Tipo de fuente			Codigo de Indentif. de la fuente	Código de estación de aforo (Rio/Quebr.)	Forma de acceso al derecho de uso del agua						
		Manantial	Rio/quebr.	Otro			Derecho consuetudinario	Tramite	Autorizado	otro	Sin Inf.	% del caudal de fuente	
1													
2													
3													
4													
5													

USOS, USUARIOS E INVERSION

Tipo de aprovechamiento										Inversion estimada	
Domestico	Riego		Bebedero		Energía mecánica		Energía eléctrica		Otro uso	De los usuarios soles	Externa soles
familias	familias	Has	Familias	Cabezas	Familias	KVatios	Familias	KVatios	Familias		

ORGANIZACIÓN DE USUARIOS

TIPO DE ORGANIZACIÓN:	Comité informal	Comité formal	Empresa	Otro tipo	No aplica	Sin inform.
Marcar con cruz						

CALIFICACION DE LA ORGANIZACION				
buena	Regular	mala	No aplica	Sin/inf

CARACTERIZACION DEL FUNCIONAMIENTO

TIPO DE TECNOLOGIA	Tradicional	Moderna	Mixta	Sin Inform.
Marcar con una cruz				

CALIFICACION DEL FUNCIONAMIENTO			
bueno	Regular	malo	Sin/inf.

Anexo A1 - 5
Inventario de sistemas de aprovechamiento

Nombre de responsable:	<input type="text"/>	Micro cuenca:	<input type="text"/>
Institución y cargo:	<input type="text"/>	Caserío (s):	<input type="text"/>
Fecha:	<input type="text"/>		
Nombre del proyecto:	<input type="text"/>	Código:	<input type="text"/>

El proyecto tiene como objetivo: Crear un nuevo sistema de aprovechamiento Mejorar/ rehabilitar un sistema hidráulico existente

Sistema a mejorar/ rehabilitar

Nombre. código

FUENTE(S) DE AGUA (en orden de importancia)

N°	Nombre	Tipo de fuente			Código de Identif. de la fuente	Código de Estación de Aforo (Río/Quebr)	% del caudal de la fuente
		Manantial	Río/Quebr.	Otro			
1							
2							
3							
4							
5							
6							

USOS, USUARIOS E INVERSION

Tipo de aprovechamiento										Inversión estimada	
Doméstico	riego		bebedero		Energía mecánica		Energía eléctrica		Otro uso	De los usuarios soles	Externo soles
Familias	Familias	Has	Familias	Cabezas	Familias	KVatios	Familias	KVatios	Familias		

FUENTES ADICIONALES DE AGUA (aquí NO repetir las fuentes ya aprovechadas)

N°	Nombre	Tipo de fuente			Código de Identif. De la fuente	Código de estación de Aforo (Río/Quebr.)	% adicional captado del caudal de la fuente
		Manantial	Río/Quebr.	Otro			
1							
2							
3							

USOS, USUARIOS E INVERSION ADICIONALES A LOS EXISTENTES (NO repetir los actuales)

Tipo de Aprovechamiento										Inversión estimada	
Domestic	riego		Bebedero		Energía mecánica		Energía Eléctrica		Otro uso	De los Usuario s Soles	Externa Soles
familias	Familias	Has	Familias	Cabezas	Familias	KVatios	Familias	KVatios	Familias		

PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO (se puede marcar mas de una cuadrícula con una cruz)

ASPECTO(S):	Captación	Conducción	Distribución	Almacenamiento	Aprovechamiento	Gestión	Otro

ANEXO B1:

CALCULO DE LA DEMANDA AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS - MALLKINI.

- B1 – 1:** CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
- B1 – 2:** CALCULO DE KC DE LA AVENA
- B1 – 3:** CALCULO DE KC DE PASTOS CULTIVADOS
- B1 – 4:** DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO
PONDERADO.
- B1 – 5:** PRECIPITACIONES MENSUALES DIARIAS
- B1 – 6:** PRECIPITACIÓN AL 75% DE PROBABILIDAD
- B1 – 7:** CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
- B1 – 8:** DEMANDA DE AGUA - MALLKINI

ANEXO B1 - 1

FUENTE:

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

INFORMACION GEOGRAFICA :

LATITUD : 14° 42' 31" SUR

LONGITUD : 69° 57' 30" OESTE

ALTITUD : 4039 hasta 4042 m.s.n.m.

INFORMACION METEOROLOGICA :

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura												
Maxima °C	16.20	17.30	17.70	17.40	17.00	16.80	17.10	17.00	15.50	16.30	16.20	17.10
Minima °C	-3.40	-0.10	0.40	2.80	3.70	4.30	4.90	4.90	4.40	3.30	1.10	-1.50
Media °C	6.40	8.60	9.05	10.10	10.35	10.55	11.00	10.95	9.95	9.80	8.65	7.80
Precipitacion (mm)												
Humedad Relativa %	65.00	64.00	64.00	60.00	47.00	41.00	41.50	43.00	45.50	51.00	55.00	58.00
Veloc. Viento (m/s)	2.00	1.90	1.80	1.90	1.70	1.90	2.10	2.60	2.40	2.30	2.40	2.30
Horas de Sol (horas)	4.95	3.87	5.89	7.82	8.75	8.62	8.60	8.68	8.82	7.35	9.06	6.33

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ETP

METODO DE HARGRAVES - EN BASE A LA TEMPERATURA

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

$$CE = 1.00 + 0.04 \frac{E}{2000}$$

$$CH = 0.166(100 - HR)^{\frac{1}{2}} ; \text{para } HR > 64\%$$

$$CH = 1.00 ; \text{para } HR < 64\%$$

LATITUD ABSOLUTA :	15.00	Para usar la tabla de Factor de Latitud
ALTITUD PROMEDIO :	4041	Para la Correccion por Altitud

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Número del Mes :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Factor de Latitud MF	2.68	2.317	2.34	2.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.43	2.566	2.706
Temp. Media en °F TMF	43.52	47.48	48.29	50.18	50.63	50.99	51.80	51.71	49.91	49.64	47.57	46.04
Fact. Correc. Humed. CH	0.982	0.996	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fact. Correc. Altitud CE	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081
ETP (mm/mes)	123.8	118.4	121.6	160.5	94.8	84.6	92.3	105.9	115.7	130.4	131.9	134.7
ETP (mm/dia)	3.99	4.23	3.92	5.35	3.06	2.82	2.98	3.42	3.86	4.21	4.40	4.34

ETP máxima = 5.35 mm/dia

ANEXO B1 - 2

DETERMINACION DEL Kc DE LOS CULTIVOS

"Kc" PARA EL CULTIVO:

ETP en el mes Inicial o de Siembra: mm/dia

Para un Intervalo de riego inicial de: dias Ok!

Kc = para la etapa inicial

valores de cálculo y búsqueda

Humedad. Relativa Mínima HR %: %

Velocidad del Viento Promedio Vv: m/seg

valores de cálculo y búsqueda

Duración (dias)	35	35	35	30	135
Kc	0.52	-----	1.00	0.25	-----

CURVA Kc DEL CULTIVO: AVENA

Etapa	Kc del Cultivo
1	0.52
2	1.00
3	0.25
4	0.25

DETERMINACION DE LA LAMINA DE REPOSICION DE LOS CULTIVOS

CALCULO DE LA LAMINA NETA SEGÚN COEFICIENTES HIDRICOS

"Ln" PARA EL CULTIVO: cm

Profundidad Raiz PR : AVENA hasta m

Agotamiento de la HFU: AVENA m

HFU =

$$Ln = HFU \times \frac{(CC\% - PM\%)}{100} \times Da \times PR$$

Estratos del Suelo	DATOS DE SUELO				Ln (cm)
	C.C. (%)	P.M. (%)	Da (gr/cm3)	PR (cm)	
0 - 30 cm	22	10	1.00	30	1.62
30 - 60 cm	22	10	1.00	30	1.62
LAMINA NETA (cm)					Ln (cm) = 3.24

ANEXO B1 - 3

DETERMINACION DEL Kc DE LOS CULTIVOS

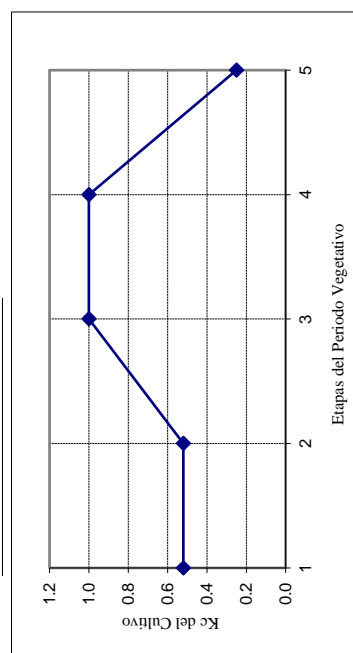
"Kc" PARA EL CULTIVO:

ETP en el mes Inicial o de Siembra: mm/dia
 Para un Intervalo de riego inicial de: dias Ok!
 Kc = para la etapa inicial
 valores de cálculo y búsqueda

Humedad. Relativa Mínima HR %: %
 Velocidad del Viento Promedio Vv: m/seg
 valores de cálculo y búsqueda

Etapas	Periodo Vegetat.	Inicial	Desar.	Medio	Final	Total
Duracion (dias)		35	35	35	30	135
Kc		0.52	-----	1.00	0.25	-----

CURVA Kc DEL CULTIVO: PASTOS



DETERMINACION DE LA LAMINA DE REPOSICION DE LOS CULTIVOS

CALCULO DE LA LAMINA NETA SEGÚN COEFICIENTES HIDRICOS

"Ln" PARA EL CULTIVO: cm
 Profundidad Raiz PR: PR = hasta m
 PR = m Promedio

Agotamiento de la HFU: HFU =

$$Ln = HFU \times \frac{(CC\% - PM\%)}{100} \times Da \times PR$$

Estratos del Suelo	DATOS DE SUELO			Ln (cm)
	C.C. (%)	P.M. (%)	Da (gr/cm3)	
0 - 30 cm	22	10	1.00	2.16
0 - 0 cm	22	10	1.00	0
LAMINA NETA (cm)				Ln (cm) = 2.16

ANEXO B1 - 4

DETERMINACION DEL COEFICIENTE Kc PONDERADO

PROGRAMACION DE LA CAMPAÑA AGRICOLA - CEDULA DE CULTIVO

CULTIVO	% Area	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Has	CULTIVO
AVENA															
% Área Cultivada	15.580	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	15.58	% Área Cultivada
PASTOS															
% Área Cultivada	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190	% Área Cultivada
TOTAL	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	TOTAL

CALCULO DEL Kc PONDERADO DE LA CEDULA DE CULTIVO

CULTIVO	Has	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Has	CULTIVO ROTACION
AVENA															
AREA Área Cultivada	15.58	1.07	0.80	0.34	0.64	0.84	1.04	1.07	0.80	0.34	0.64	0.84	1.04	15.58	Area Cultivada
PASTOS															
AREA Área Cultivada	2.19	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	2.19	Area Cultivada
TOTAL	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	TOTAL
Kc Ponderado		1.07	0.83	0.43	0.69	0.87	1.04	1.07	0.83	0.43	0.69	0.87	1.04		Kc Ponderado

ANEXO B1 - 5

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (mm/mes)												
AÑO	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1957	101	100	60	92	33	0	0	0	9	46	62	277
1958	131	80	83	41	19	0	2	0	13	34	48	51
1959	85	211	53	102	6	0	0	5	3	56	72	88
1960	189	162	93	25	2	0	0	20	18	50	167	64
1961	128	64	49	23	6	0	0	0	2	52	39	123
1962	157	78	109	55	3	1	0	0	150	56	72	91
1963	185	77	64	55	4	0	0	1	204	46	84	132
1964	161	190	64	24	6	0	0	2	5	14	71	46
1965	106	56.5	193	84	0	0	0	0	25.9	12	66.9	85.1
1966	78.8	92.2	54.9	16.2	26.8	0	0	0	5.4	19.2	50.1	26.7
1967	17.7	43.3	58.6	10.6	12.2	0	20	33	102	66.6	35.1	230.4
1968	75.7	123.9	19.6	56.1	13	0	27.8	32.4	76.2	37.9	91.3	31.6
1969	135	86.6	61.8	60.2	0	0	0	8.4	27.6	23.4	51.2	86.7
1970	213.3	66.1	69.5	82.7	15.7	0	2.4	0.4	44.3	50.9	23.5	175.6
1971	135.5	252.4	74.3	16.9	8.2	0	0	2.2	0	47.6	20.6	38.8
1972	146.6	47.2	16	12	0	0	0	4	2.8	22.4	77.8	84.4
1973	129.3	130	95.2	88	0.4	0	0	15.6	52.2	14.9	43	63.8
1974	156.8	150.8	43.9	31.5	0	0.8	0	0.4	0	20.3	9.4	111.2
1975	97	120.6	117.9	30.9	2.6	0	0	15	0	43.3	41	286.1
1976	337.9	306.4	312.3	136.6	0	1	1	24	41	7	27.1	132.2
1977	96.4	128.9	120.6	16.4	0	0	0	0	46	42.2	95.4	95
1978	106.5	157.3	115.7	46.2	4.1	4.9	0	0	18.6	25.2	160.1	254.8
1979	226	45.9	77.3	119	11.4	0	0	0	11.7	57.9	26.9	133.3
1980	114.5	77.7	112.5	3.6	1.8	3.4	3.6	0	27	82.1	36.4	49.6
1981	195.2	90.4	131.6	72.6	0	0	0	9.9	25.5	70.8	41.3	93.6
1982	120	70.1	78	48	0	0	0	0	54.1	34.2	153.9	22.4
1983	89.2	83.3	45.1	40.8	7.2	0	0	19.7	0	36.1	15.6	53.9
1984	240.3	188.3	90.5	24.8	6	7	35	21.9	9.4	67.3	157.7	154.6
1985	122	137.5	96.8	85.4	6.3	10.8	0	0	40.1	26.5	130.9	223.1
1986	80.6	192.2	162.5	94.1	6.7	0	2.3	0	32.5	0	78.4	111.6
1987	183.6	101	58.2	55.9	0	6.2	24.1	3.4	1.2	42.2	95.7	33
1988	110.7	112.7	81.3	90.1	19.2	0	0	0	0	40.4	3.8	123.2
1989	112	186.1	89.2	67.2	0	10	0	13.1	18.9	33.8	55.3	57.1
1990	136.8	63.7	24	3.2	0	55.2	0	0	8.7	79.6	83.6	67.9
1991	129.2	83.6	139.2	71.6	9.6	32	0	0	13	32.2	83.3	116.3
1992	188.3	91.4	45.8	19.2	0	4.3	0	37.7	10.8	33	41.4	111.7
1993	157	56.3	83.7	32.2	11.4	0	12.3	19.4	24.8	54.9	75.9	104.3
1994	104	94.3	91.8	71	23.2	3.1	0	0	7.1	22.7	64.5	110.2
1995	154.5	181.9	110.1	3.9	0	0	0	0	0	12.8	28.3	96.2
1996	153.9	70.1	68.8	34.9	18.7	0	0	8.5	8.1	29.9	104.2	61.4
1997	181.6	109.2	217.2	38.3	3.2	0	0	3	29.4	33.8	80.1	32.5
1998	62.5	96.4	106.4	39.2	0	3	0	0	0	54.1	64.4	41.6
1999	83.6	40.5	125.2	42.7	29.3	0	0	0	35.7	34.5	35.9	92.9
2000	119.6	98.1	81.4	9.1	0	19.4	0	10.6	20.2	126.8	20.5	108.6
PROM.	137.2	113.5	91.9	49.4	7.2	3.7	3.0	7.1	27.8	40.7	65.6	103.9

ANEXO B1 - 6

PRECIPITACION AL 75% DE PROBABLILIDAD													P=m*100/(n+1)
m	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	337.9	306.4	312.3	136.6	33	55.2	35	37.7	204	126.8	167	286.1	2
2	240.3	252.4	217.2	119	29.3	32	27.8	33	150	82.1	160.1	277	4
3	226	211	193	102	26.8	19.4	24.1	32.4	102	79.6	157.7	254.8	7
4	213.3	192.2	162.5	94.1	23.2	10.8	20	24	76.2	70.8	153.9	230.4	9
5	195.2	190	139.2	92	19.2	10	12.3	21.9	54.1	67.3	130.9	223.1	11
6	189	188.3	131.6	90.1	19	7	3.6	20	52.2	66.6	104.2	175.6	13
7	188.3	186.1	125.2	88	18.7	6.2	2.4	19.7	46	57.9	95.7	154.6	16
8	185	181.9	120.6	85.4	15.7	4.9	2.3	19.4	44.3	56	95.4	133.3	18
9	183.6	162	117.9	84	13	4.3	2	15.6	41	56	91.3	132.2	20
10	181.6	157.3	115.7	82.7	12.2	3.4	1	15	40.1	54.9	84	132	22
11	161	150.8	112.5	72.6	11.4	3.1	0	13.1	35.7	54.1	83.6	123.2	24
12	157	137.5	110.1	71.6	11.4	3	0	10.6	32.5	52	83.3	123	27
13	157	130	109	71	9.6	1	0	9.9	29.4	50.9	80.1	116.3	29
14	156.8	128.9	106.4	67.2	8.2	1	0	8.5	27.6	50	78.4	111.7	31
15	154.5	123.9	96.8	60.2	7.2	0.8	0	8.4	27	47.6	77.8	111.6	33
16	153.9	120.6	95.2	56.1	6.7	0	0	5	25.9	46	75.9	111.2	36
17	146.6	112.7	93	55.9	6.3	0	0	4	25.5	46	72	110.2	38
18	136.8	109.2	91.8	55	6	0	0	3.4	24.8	43.3	72	108.6	40
19	135.5	101	90.5	55	6	0	0	3	20.2	42.2	71	104.3	42
20	135	100	89.2	48	6	0	0	2.2	18.9	42.2	66.9	96.2	44
21	131	98.1	83.7	46.2	6	0	0	2	18.6	40.4	64.5	95	47
22	129.3	96.4	83	42.7	4.1	0	0	1	18	37.9	64.4	93.6	49
23	129.2	94.3	81.4	41	4	0	0	0.4	13	36.1	62	92.9	51
24	128	92.2	81.3	40.8	3.2	0	0	0.4	13	34.5	55.3	91	53
25	122	91.4	78	39.2	3	0	0	0	11.7	34.2	51.2	88	56
26	120	90.4	77.3	38.3	2.6	0	0	0	10.8	34	50.1	86.7	58
27	119.6	86.6	74.3	34.9	2	0	0	0	9.4	33.8	48	85.1	60
28	114.5	83.6	69.5	32.2	1.8	0	0	0	9	33.8	43	84.4	62
29	112	83.3	68.8	31.5	0.4	0	0	0	8.7	33	41.4	67.9	64
30	110.7	80	64	30.9	0	0	0	0	8.1	32.2	41.3	64	67
31	106.5	78	64	25	0	0	0	0	7.1	29.9	41	63.8	69
32	106	77.7	61.8	24.8	0	0	0	0	5.4	26.5	39	61.4	71
33	104	77	60	24	0	0	0	0	5	25.2	36.4	57.1	73
34	101	70.1	58.6	23	0	0	0	0	3	23.4	35.9	53.9	76
35	97	70.1	58.2	19.2	0	0	0	0	2.8	22.7	35.1	51	78
36	96.4	66.1	54.9	16.9	0	0	0	0	2	22.4	28.3	49.6	80
37	89.2	64	53	16.4	0	0	0	0	1.2	20.3	27.1	46	82
38	85	63.7	49	16.2	0	0	0	0	0	19.2	26.9	41.6	84
39	83.6	56.5	45.8	12	0	0	0	0	0	14.9	23.5	38.8	87
40	80.6	56.3	45.1	10.6	0	0	0	0	0	14	20.6	33	89
41	78.8	47.2	43.9	9.1	0	0	0	0	0	12.8	20.5	32.5	91
42	75.7	45.9	24	3.9	0	0	0	0	0	12	15.6	31.6	93
43	62.5	43.3	19.6	3.6	0	0	0	0	0	7	9.4	26.7	96
44	17.7	40.5	16	3.2	0	0	0	0	0	0	3.8	22.4	98
P 75%	101.8	71.8	59.0	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	23.9	36.0	54.7	

ANEXO B1-7
CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

(Método de Water Power)

Estimación de la Precipitación

$$Pe = 5 \times 0.00 + 25 \times 0.95 + 25 \times 0.90 + 25 \times 0.82 + 25 \times 0.65 + 25 \times 0.45 + 25 \times 0.25 + \dots$$

$$Pe = AMI + (Pp - IPM) \% Pe$$

Cálculos Realizados para hallar la precipitación Efectiva

MES	Datos de Procesamiento de Datos Método Water				Resultado
	Pp Precip. (mm/mes)	AMI Acumulado Menor	IPM Incremento de Precip.	%Pe Precip.	
ENE	101.75	66.75	80	0.65	80.89
FEB	71.83	46.25	55	0.82	60.05
MAR	58.95	46.25	55	0.82	49.49
ABR	23.25	0.00	5	0.95	17.34
MAY	0.00	0.00	0	0.00	0.00
JUN	0.00	0.00	0	0.00	0.00
JUL	0.00	0.00	0	0.00	0.00
AGO	0.00	0.00	0	0.00	0.00
SEP	3.50	0.00	0	0.00	0.00
OCT	23.85	0.00	5	0.95	17.91
NOV	36.03	23.75	30	0.90	29.17
DIC	54.70	23.75	30	0.90	45.98

Método de Water

Distribución de la Precipitación		AMI Acumulado Menor
Ipp	%Pe	0.00
Incremento Precipitac.	% Efectiva	0.00
5	0	0.00
30	95	0.00
55	90	23.75
80	82	46.25
105	65	66.75
130	45	83.00
155	25	94.25
>155	5	100.50

Precipitación Media Mensual al 75% de Probabilidad

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pe (mm/)	101.75	71.83	58.95	23.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	23.85	36.03	54.70

Precipitación Efectiva Estimada (Pe) - Water Power

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pe (mm/)	80.89	60.05	49.49	17.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.91	29.17	45.98
Pe (mm/día)	2.61	2.14	1.60	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.97	1.48

ANEXO B1 - 8
DEMANDA DE AGUA - MALLKINI

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ETP (mm/día)	3.99	4.23	3.92	5.35	3.06	2.82	2.98	3.42	3.86	4.21	4.40	4.34
Kc Ponderado	1.07	0.83	0.43	0.69	0.87	1.04	1.07	0.83	0.43	0.69	0.87	1.04
ETR (mm/día) = ETP * Kc	4.26	3.51	1.68	3.69	2.65	2.94	3.18	2.84	1.65	2.90	3.81	4.52
PE (mm/día)	2.61	2.14	1.60	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.97	1.48
LAMINA NETA (mm/día) = ETR - PE	1.65	1.37	0.08	3.12	2.65	2.94	3.18	2.84	1.65	2.33	2.84	3.04
LAMINA BRUTA (mm/día); ER = 40%	4.13	3.42	0.20	7.79	6.62	7.35	7.94	7.10	4.12	5.82	7.09	7.60
Eficiencia de riego (ER = 40%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Mod. de Riego(l/seg/ha) - (24 horas)	0.48	0.40	0.02	0.90	0.77	0.85	0.92	0.82	0.48	0.67	0.82	0.88
Mod. de Riego(m3/seg) - (24 horas)	0.00850	0.00704	0.00042	0.01602	0.01362	0.01511	0.01634	0.01459	0.00847	0.01196	0.01458	0.01563
Nº de días del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Requerimiento de agua (mm/día)	4.13	3.42	0.20	7.79	6.62	7.35	7.94	7.10	4.12	5.82	7.09	7.60
Requerimiento de agua (m3/ha/día)	41.35	34.23	2.03	77.90	66.22	73.45	79.43	70.96	41.20	58.16	70.88	75.99
Requerimiento de agua (m3/ha/mes)	1281.79	958.57	62.82	2336.99	2052.83	2203.50	2462.40	2199.76	1236.06	1802.97	2126.55	2355.60
Área de riego (ha)	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77	17.77
Volumen demandado (m3)	22777.44	17033.74	11116.36	41528.32	36478.87	39156.21	43756.84	39089.71	21964.77	32038.77	37788.79	41858.97

caudal Requerido = 16.34 Lts/seg

ANEXO C1:

CALCULO DE LA DEMANDA AGRONÓMICA DE LOS CULTIVOS - SORANI.

- C1 – 1:** CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL
- C1– 2:** CALCULO DE KC DE LA AVENA
- C1– 3:** CALCULO DE KC DE PASTOS CULTIVADOS
- C1– 4:** DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE CULTIVO
PONDERADO.
- C1– 5:** PRECIPITACIONES MENSUALES DIARIAS
- C1– 6:** PRECIPITACIÓN AL 75% DE PROBABILIDAD
- C1– 7:** CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN EFECTIVA
- C1– 8:** DEMANDA DE AGUA – SORANI
- C1– 9:** BALANCE DE AGUA

ANEXO C1 - 1

CALCULO DE DEMANDA DE AGUA - SORANI

FUENTE: SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA

INFORMACION GEOGRAFICA :

LATITUD : 14° 42' 47" SUR
 LONGITUD : 69° 59' 50" OESTE
 ALTITUD : 4035 hasta 4027 m.s.n.m.

INFORMACION METEOROLOGICA :

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temperatura												
Máxima °C	16.20	17.30	17.70	17.40	17.00	16.80	17.10	17.00	15.50	16.30	16.20	17.10
Mínima °C	-3.40	-0.10	0.40	2.80	3.70	4.30	4.90	4.90	4.40	3.30	1.10	-1.50
Media °C	6.40	8.60	9.05	10.10	10.35	10.55	11.00	10.95	9.95	9.80	8.65	7.80
Precipitación (mm)												
Humedad Relativa %	65.00	64.00	64.00	60.00	47.00	41.00	41.50	43.00	45.50	51.00	55.00	58.00
Veloc. Viento (m/s)	2.00	1.90	1.80	1.90	1.70	1.90	2.10	2.60	2.40	2.30	2.40	2.30
Horas de Sol (horas)	4.95	3.87	5.89	7.82	8.75	8.62	8.60	8.68	8.82	7.35	9.06	6.33

CALCULO DE LA EVAPOTRANSPIRACION POTENCIAL ETP

METODO DE HARGRAVES - EN BASE A LA TEMPERATURA

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

$$CE = 1.00 + 0.04 \frac{E}{2000}$$

$$CH = 0.166(100 - HR)^{1/2} ; \text{para } HR > 64\%$$

$$CH = 1.00 ; \text{para } HR < 64\%$$

LATITUD ABSOLUTA :	15.00	Para usar la tabla de Factor de Latitud
ALTITUD PROMEDIO :	4031	Para la Corrección por Altitud

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Número del Mes :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Factor de Latitud MF	2.68	2.317	2.34	2.959	1.733	1.536	1.648	1.895	2.144	2.43	2.566	2.706
Temp. Media en °F TMF	43.52	47.48	48.29	50.18	50.63	50.99	51.80	51.71	49.91	49.64	47.57	46.04
Fact. Correc. Humed. CH	0.982	0.996	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fact. Correc. Altitud. CE	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081	1.081
ETP (mm/mes)	123.8	118.4	121.6	160.5	94.8	84.6	92.2	105.9	115.6	130.4	131.9	134.6
ETP (mm/día)	3.99	4.23	3.92	5.35	3.06	2.82	2.98	3.42	3.85	4.20	4.40	4.34

$$ETP \text{ máxima} = 5.35 \text{ mm/día}$$

ANEXO C1 - 2

DETERMINACION DEL Kc DE LOS CULTIVOS

"Kc" PARA EL CULTIVO: AVENA

ETP en el mes Inicial o de Siembra: 3.85 mm/día
 Para un Intervalo de riego inicial de: 7.00 días Ok!
 Kc = 0.52 para la etapa inicial
 valores de cálculo y búsqueda 3 4.00

Humedad. Relativa Mínima HR %: 24.00 %
 Velocidad del Viento Promedio Vv: 2.31 m/seg
 valores de cálculo y búsqueda 3 3

Etapas Periodo Vegetat.	Inicial	Desar.	Medio	Final	Total
Duración (días)	35	35	35	30	135
Kc	0.52	-----	1.00	0.25	-----

DETERMINACION DE LA LAMINA DE REPOSICION DE LOS CULTIVOS

CALCULO DE LA LAMINA NETA SEGÚN COEFICIENTES HIDRICOS

"Ln" PARA EL CULTIVO: AVENA Ln = 3.24 cm

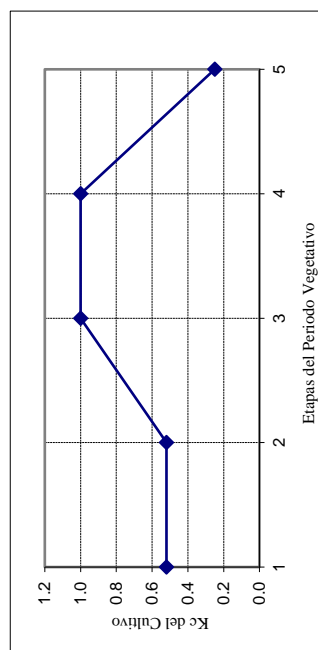
Profundidad Raíz PR: AVENA PR = 0.50 hasta PR = 0.60 m Promedio

Agotamiento de la HFU: AVENA HFU = 0.45

$$Ln = HFU \times \frac{(CC\% - PM\%)}{100} \times Da \times PR$$

Estratos del Suelo	DATOS DE SUELO			Ln (cm)
	C.C. (%)	P.M. (%)	Da (gr/cm ³)	
0 - 30 cm	22	10	1.00	30
30 - 60 cm	22	10	1.00	30
LAMINA NETA (cm)				Ln (cm) = 3.24

CURVA Kc DEL CULTIVO: AVENA



ANEXO C1 - 3

DETERMINACION DEL Kc DE LOS CULTIVOS

"Kc" PARA EL CULTIVO: PASTOS

ETP en el mes Inicial o de Siembra: 3.85 mm/día
 Para un Intervalo de riego inicial de: 7.00 días Ok!
 Kc = 0.52 para la etapa inicial
 valores de cálculo y búsqueda 3 4.00

Humedad. Relativa Mínima HR %: 24.00 %

Velocidad del Viento Promedio Vv: 2.31 m/seg
 valores de cálculo y búsqueda 3

Etapas Periodo Vegetat.	Inicial	Desar.	Medio	Final	Total
Duración (días)	35	35	35	30	135
Kc	0.52	-----	1.00	0.25	-----

DETERMINACION DE LA LAMINA DE REPOSICION DE LOS CULTIVOS

CALCULO DE LA LAMINA NETA SEGUN COEFICIENTES HIDRICOS

"Ln" PARA EL CULTIVO: PASTOS Ln = 2.16 cm

Profundidad Raíz PR: 0.20 hasta 0.40 m
0.30 m Promedio

Agotamiento de la HFU: 0.60

$Ln = HFU \times \frac{(CC\% - PM\%)}{100} \times Da \times PR$

Estratos del Suelo	DATOS DE SUELO			Ln (cm)
	C.C. (%)	P.M. (%)	Da (gr/cm ³)	
0 - 30 cm	22	10	1.00	2.16
0 - 0 cm	22	10	1.00	0
LAMINA NETA (cm)				Ln (cm) = 2.16

CURVA Kc DEL CULTIVO: PASTOS

Etapa	Kc del Cultivo
1	0.52
2	0.52
3	1.00
4	1.00
5	0.25

ANEXO C1 - 4

DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE Kc PONDERADO

PROGRAMACION DE LA CAMPAÑA AGRICOLA - CEDULA DE CULTIVO

CULTIVO	% Área	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Has	CULTIVO
AVENA	% Área Cultivada	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	% Área Cultivada
		8.250	8.25	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250		
PASTOS	% Área Cultivada	8.250	8.25	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	8.250	% Área Cultivada
		20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25		
TOTAL		20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	TOTAL

CALCULO DEL Kc PONDERADO DE LA CEDULA DE CULTIVO

CULTIVO	Has	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Has	CULTIVO ROTACION
AVENA	Área Cultivada	1.07	0.80	0.34	0.64	0.84	1.04	1.07	0.80	0.34	0.64	0.84	1.04	12.00	Área Cultivada
		12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00		
PASTOS	Área Cultivada	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	8.25	Área Cultivada
		8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25	8.25		
TOTAL		20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	TOTAL
Kc Ponderado		1.06	0.90	0.63	0.81	0.93	1.04	1.06	0.90	0.63	0.81	0.93	1.04		Kc Ponderado

ANEXO C1 - 5

PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES (mm/mes)												
AÑO	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1957	101	100	60	92	33	0	0	0	9	46	62	277
1958	131	80	83	41	19	0	2	0	13	34	48	51
1959	85	211	53	102	6	0	0	5	3	56	72	88
1960	189	162	93	25	2	0	0	20	18	50	167	64
1961	128	64	49	23	6	0	0	0	2	52	39	123
1962	157	78	109	55	3	1	0	0	150	56	72	91
1963	185	77	64	55	4	0	0	1	204	46	84	132
1964	161	190	64	24	6	0	0	2	5	14	71	46
1965	106	56.5	193	84	0	0	0	0	25.9	12	66.9	85.1
1966	78.8	92.2	54.9	16.2	26.8	0	0	0	5.4	19.2	50.1	26.7
1967	17.7	43.3	58.6	10.6	12.2	0	20	33	102	66.6	35.1	230.4
1968	75.7	123.9	19.6	56.1	13	0	27.8	32.4	76.2	37.9	91.3	31.6
1969	135	86.6	61.8	60.2	0	0	0	8.4	27.6	23.4	51.2	86.7
1970	213.3	66.1	69.5	82.7	15.7	0	2.4	0.4	44.3	50.9	23.5	175.6
1971	135.5	252.4	74.3	16.9	8.2	0	0	2.2	0	47.6	20.6	38.8
1972	146.6	47.2	16	12	0	0	0	4	2.8	22.4	77.8	84.4
1973	129.3	130	95.2	88	0.4	0	0	15.6	52.2	14.9	43	63.8
1974	156.8	150.8	43.9	31.5	0	0.8	0	0.4	0	20.3	9.4	111.2
1975	97	120.6	117.9	30.9	2.6	0	0	15	0	43.3	41	286.1
1976	337.9	306.4	312.3	136.6	0	1	1	24	41	7	27.1	132.2
1977	96.4	128.9	120.6	16.4	0	0	0	0	46	42.2	95.4	95
1978	106.5	157.3	115.7	46.2	4.1	4.9	0	0	18.6	25.2	160.1	254.8
1979	226	45.9	77.3	119	11.4	0	0	0	11.7	57.9	26.9	133.3
1980	114.5	77.7	112.5	3.6	1.8	3.4	3.6	0	27	82.1	36.4	49.6
1981	195.2	90.4	131.6	72.6	0	0	0	9.9	25.5	70.8	41.3	93.6
1982	120	70.1	78	48	0	0	0	0	54.1	34.2	153.9	22.4
1983	89.2	83.3	45.1	40.8	7.2	0	0	19.7	0	36.1	15.6	53.9
1984	240.3	188.3	90.5	24.8	6	7	35	21.9	9.4	67.3	157.7	154.6
1985	122	137.5	96.8	85.4	6.3	10.8	0	0	40.1	26.5	130.9	223.1
1986	80.6	192.2	162.5	94.1	6.7	0	2.3	0	32.5	0	78.4	111.6
1987	183.6	101	58.2	55.9	0	6.2	24.1	3.4	1.2	42.2	95.7	33
1988	110.7	112.7	81.3	90.1	19.2	0	0	0	0	40.4	3.8	123.2
1989	112	186.1	89.2	67.2	0	10	0	13.1	18.9	33.8	55.3	57.1
1990	136.8	63.7	24	3.2	0	55.2	0	0	8.7	79.6	83.6	67.9
1991	129.2	83.6	139.2	71.6	9.6	32	0	0	13	32.2	83.3	116.3
1992	188.3	91.4	45.8	19.2	0	4.3	0	37.7	10.8	33	41.4	111.7
1993	157	56.3	83.7	32.2	11.4	0	12.3	19.4	24.8	54.9	75.9	104.3
1994	104	94.3	91.8	71	23.2	3.1	0	0	7.1	22.7	64.5	110.2
1995	154.5	181.9	110.1	3.9	0	0	0	0	0	12.8	28.3	96.2
1996	153.9	70.1	68.8	34.9	18.7	0	0	8.5	8.1	29.9	104.2	61.4
1997	181.6	109.2	217.2	38.3	3.2	0	0	3	29.4	33.8	80.1	32.5
1998	62.5	96.4	106.4	39.2	0	3	0	0	0	54.1	64.4	41.6
1999	83.6	40.5	125.2	42.7	29.3	0	0	0	35.7	34.5	35.9	92.9
2000	119.6	98.1	81.4	9.1	0	19.4	0	10.6	20.2	126.8	20.5	108.6
PROM.	137.2	113.5	91.9	49.4	7.2	3.7	3.0	7.1	27.8	40.7	65.6	103.9

ANEXO C1 - 6

PRECIPITACION AL 75% DE PROBABLILIDAD

m	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	P=m*100/(n+1)
1	337.9	306.4	312.3	136.6	33	55.2	35	37.7	204	126.8	167	286.1	2
2	240.3	252.4	217.2	119	29.3	32	27.8	33	150	82.1	160.1	277	4
3	226	211	193	102	26.8	19.4	24.1	32.4	102	79.6	157.7	254.8	7
4	213.3	192.2	162.5	94.1	23.2	10.8	20	24	76.2	70.8	153.9	230.4	9
5	195.2	190	139.2	92	19.2	10	12.3	21.9	54.1	67.3	130.9	223.1	11
6	189	188.3	131.6	90.1	19	7	3.6	20	52.2	66.6	104.2	175.6	13
7	188.3	186.1	125.2	88	18.7	6.2	2.4	19.7	46	57.9	95.7	154.6	16
8	185	181.9	120.6	85.4	15.7	4.9	2.3	19.4	44.3	56	95.4	133.3	18
9	183.6	162	117.9	84	13	4.3	2	15.6	41	56	91.3	132.2	20
10	181.6	157.3	115.7	82.7	12.2	3.4	1	15	40.1	54.9	84	132	22
11	161	150.8	112.5	72.6	11.4	3.1	0	13.1	35.7	54.1	83.6	123.2	24
12	157	137.5	110.1	71.6	11.4	3	0	10.6	32.5	52	83.3	123	27
13	157	130	109	71	9.6	1	0	9.9	29.4	50.9	80.1	116.3	29
14	156.8	128.9	106.4	67.2	8.2	1	0	8.5	27.6	50	78.4	111.7	31
15	154.5	123.9	96.8	60.2	7.2	0.8	0	8.4	27	47.6	77.8	111.6	33
16	153.9	120.6	95.2	56.1	6.7	0	0	5	25.9	46	75.9	111.2	36
17	146.6	112.7	93	55.9	6.3	0	0	4	25.5	46	72	110.2	38
18	136.8	109.2	91.8	55	6	0	0	3.4	24.8	43.3	72	108.6	40
19	135.5	101	90.5	55	6	0	0	3	20.2	42.2	71	104.3	42
20	135	100	89.2	48	6	0	0	2.2	18.9	42.2	66.9	96.2	44
21	131	98.1	83.7	46.2	6	0	0	2	18.6	40.4	64.5	95	47
22	129.3	96.4	83	42.7	4.1	0	0	1	18	37.9	64.4	93.6	49
23	129.2	94.3	81.4	41	4	0	0	0.4	13	36.1	62	92.9	51
24	128	92.2	81.3	40.8	3.2	0	0	0.4	13	34.5	55.3	91	53
25	122	91.4	78	39.2	3	0	0	0	11.7	34.2	51.2	88	56
26	120	90.4	77.3	38.3	2.6	0	0	0	10.8	34	50.1	86.7	58
27	119.6	86.6	74.3	34.9	2	0	0	0	9.4	33.8	48	85.1	60
28	114.5	83.6	69.5	32.2	1.8	0	0	0	9	33.8	43	84.4	62
29	112	83.3	68.8	31.5	0.4	0	0	0	8.7	33	41.4	67.9	64
30	110.7	80	64	30.9	0	0	0	0	8.1	32.2	41.3	64	67
31	106.5	78	64	25	0	0	0	0	7.1	29.9	41	63.8	69
32	106	77.7	61.8	24.8	0	0	0	0	5.4	26.5	39	61.4	71
33	104	77	60	24	0	0	0	0	5	25.2	36.4	57.1	73
34	101	70.1	58.6	23	0	0	0	0	3	23.4	35.9	53.9	76
35	97	70.1	58.2	19.2	0	0	0	0	2.8	22.7	35.1	51	78
36	96.4	66.1	54.9	16.9	0	0	0	0	2	22.4	28.3	49.6	80
37	89.2	64	53	16.4	0	0	0	0	1.2	20.3	27.1	46	82
38	85	63.7	49	16.2	0	0	0	0	0	19.2	26.9	41.6	84
39	83.6	56.5	45.8	12	0	0	0	0	0	14.9	23.5	38.8	87
40	80.6	56.3	45.1	10.6	0	0	0	0	0	14	20.6	33	89
41	78.8	47.2	43.9	9.1	0	0	0	0	0	12.8	20.5	32.5	91
42	75.7	45.9	24	3.9	0	0	0	0	0	12	15.6	31.6	93
43	62.5	43.3	19.6	3.6	0	0	0	0	0	7	9.4	26.7	96
44	17.7	40.5	16	3.2	0	0	0	0	0	0	3.8	22.4	98
P 75%	101.8	71.8	59.0	23.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	23.9	36.0	54.7	

ANEXO C1 - 7
CALCULO DE LA PRECIPITACION EFECTIVA

(Método de Water Power)

Estimación de la Precipitación Efectiva

$$Pe = 5 \times 0.00 + 2.5 \times 0.95 + 2.5 \times 0.90 + 2.5 \times 0.82 + 2.5 \times 0.65 + 2.5 \times 0.45 + 2.5 \times 0.25 + \dots$$

$$Pe = AMI + (Pp - IPM) \% Pe$$

Cálculos Realizados para hallar la precipitación Efectiva

MES	Datos de Precipitación		Procesamiento de Datos Método Water Power				Resultado
	Pp Precip. (mm/mes)	AMI Acumulado Menor Inmed.	IPM Incremento de Precip. Menor	% Pe Precip. Efect.	% Pe	Pe (mm/mes)	
ENE	101.75	66.75	80	0.65	0.65	80.89	
FEB	71.83	46.25	55	0.82	0.82	60.05	
MAR	58.95	46.25	55	0.82	0.82	49.49	
ABR	23.25	0.00	5	0.95	0.95	17.34	
MAY	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
JUN	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
JUL	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
AGO	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
SEP	3.50	0.00	0	0.00	0.00	0.00	
OCT	23.85	0.00	5	0.95	0.95	17.91	
NOV	36.03	23.75	30	0.90	0.90	29.17	
DIC	54.70	23.75	30	0.90	0.90	45.98	

Método de Water Power

Distribución de la Precipitación Efectiva

Ipp	% Pe	AMI
Incremento de Precipitac. (mm)	% Precipitación Efectiva	Acumulado Menor Inmed.
5	0	0.00
30	95	0.00
55	90	23.75
80	82	46.25
105	65	66.75
130	45	83.00
155	25	94.25
> 155	5	100.50

Precipitación Media Mensual al 75% de Probabilidad

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pe (mm/mes)	101.75	71.83	58.95	23.25	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50	23.85	36.03	54.70

Precipitación Efectiva Estimada (Pe) - Water Power

MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Pe (mm/mes)	80.89	60.05	49.49	17.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.91	29.17	45.98
Pe (mm/día)	2.61	2.14	1.60	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.97	1.48

ANEXO C1 - 8

DEMANDA DE AGUA - SORANI

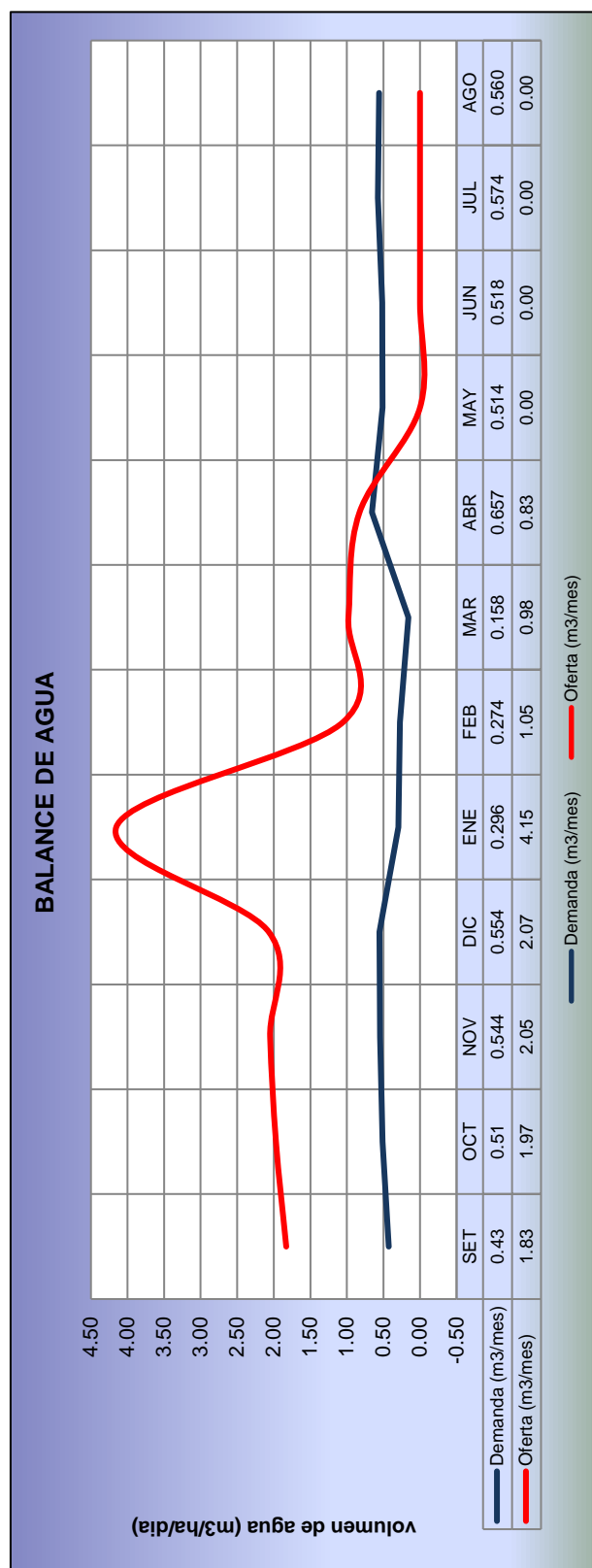
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ETP (mm/día)	3.99	4.23	3.92	5.35	3.06	2.82	2.98	3.42	3.85	4.20	4.40	4.34
Kc Ponderado	1.06	0.90	0.63	0.81	0.93	1.04	1.06	0.90	0.63	0.81	0.93	1.04
ETR (mm/día) = ETP * Kc	4.24	3.81	2.47	4.32	2.83	2.95	3.16	3.08	2.43	3.39	4.07	4.53
PE (mm/día)	2.61	2.14	1.60	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.97	1.48
LAMINA NETA (mm/día) = ETR - PE	1.63	1.67	0.87	3.74	2.83	2.95	3.16	3.08	2.43	2.82	3.10	3.05
LAMINA BRUTA (mm/día); ER = 40%	4.08	4.17	2.18	9.35	7.08	7.36	7.90	7.70	6.06	7.04	7.74	7.63
Eficiencia de riego (ER = 40%)	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Mod. de Riego(l/seg/ha) - (24 horas)	0.47	0.48	0.25	1.08	0.82	0.85	0.91	0.89	0.70	0.81	0.90	0.88
Mod. de Riego(m3/seg) - (24 horas)	0.00955	0.00978	0.00511	0.02191	0.01659	0.01726	0.01851	0.01805	0.01421	0.01650	0.01815	0.01788
Nº de días del mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
Requerimiento de agua (mm/día)	4.08	4.17	2.18	9.35	7.08	7.36	7.90	7.70	6.06	7.04	7.74	7.63
Requerimiento de agua (m3/ha/día)	40.76	41.73	21.81	93.46	70.77	73.64	79.00	77.01	60.64	70.39	77.43	76.28
Requerimiento de agua (m3/ha/mes)	1263.62	1168.43	676.04	2803.86	2193.93	2209.13	2448.86	2387.44	1819.09	2182.24	2322.83	2364.55
Área de riego (ha)	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25	20.25
Volumen demandado (m3)	25588.40	23660.62	13689.80	56778.09	44427.00	44734.81	49589.41	48345.60	36836.64	44190.45	47037.38	47882.05

caudal Requerido en la fuente = 21.91 Lts/seg

ANEXO C1 - 9
CUADRO N° - BALANCE DE AGUA

PARAMETRO	UNIDAD	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Demanda	(m3/mes)	0.296	0.274	0.158	0.657	0.514	0.518	0.574	0.560	0.426	0.511	0.544	0.554
	(m3/día)	0.010	0.010	0.005	0.022	0.017	0.017	0.019	0.018	0.014	0.016	0.018	0.018
Oferta	(m3/mes)	4.15	1.05	0.98	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	1.97	2.05	2.07
	(m3/día)	0.13	0.04	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.07	0.07
Balance	(m3/mes/ha)	3.86	0.78	0.82	0.17	-0.51	-0.52	-0.57	-0.56	1.40	1.46	1.51	1.51
	(m3/día/ha)	0.12	0.03	0.03	0.01	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	0.05	0.05	0.05	0.05
	días/mes	31.00	28.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00

Fuente. *Elaboración propia*



ANEXO D1:

GENERACIÓN DE CAUDALES A PARTIR DE PRECIPITACIONES PLUVIALES DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE MUÑANI

- D1 – 1:** PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CORREGIDA Y COMPLETADA (mm).
- D1 – 2:** METODO DE NUMERO DE CURVA, ECUACION GENERADA PARA ESTIMAR ESCORRENTIA A PARTIR DE PRECIPITACIONES.
- D1 – 3:** ESCORRENTIA (mm) GENERADO DE LAS PRECIPITACIONES – MUÑANI.
- D1 – 4:** ESTIMACION DEL CAUDAL MAXIMO
- D1 – 5:** CAUDALES (m³/seg) GENERADOS A PARTIR DE LA ESCORRENTIA – MUÑANI.
- D1 – 5:** CAUDALES (m³/seg) GENERADOS A PARTIR DE LA ESCORRENTIA – MUÑANI.
- D1 – 6:** CAUDALES (m³/seg) PARA UNA PROBABILIDAD DE 75% - MUÑANI.

ANEXO D1 - 1

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL CORREGIDA Y COMPLETADA (mm)			
ESTACION	MUÑANI		CODIGO
			012104

CUENCA	RAMIS	LATITUD	14°54'51.7"	REGION	PUNO
RIO		LONGITUD	70°11'26.7"	PROV	AZANGARO
TIPO	CO	ALTITUD	3863 m.s.n.m.	DIST	AZANGARO

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	101.0	100.0	60.0	92.0	33.0	0.0	0.0	0.0	9.0	46.0	62.0	277.0	780.0
1958	131.0	80.0	83.0	41.0	19.0	0.0	2.0	0.0	13.0	34.0	48.0	51.0	502.0
1959	85.0	211.0	53.0	102.0	6.0	0.0	0.0	5.0	3.0	56.0	72.0	88.0	681.0
1960	189.0	162.0	93.0	25.0	2.0	0.0	0.0	20.0	18.0	50.0	167.0	64.0	790.0
1961	128.0	64.0	49.0	23.0	6.0	0.0	0.0	0.0	2.0	52.0	39.0	123.0	486.0
1962	157.0	78.0	109.0	55.0	3.0	1.0	0.0	0.0	85.5	56.0	72.0	91.0	707.5
1963	185.0	77.0	64.0	55.0	4.0	0.0	0.0	1.0	74.0	46.0	84.0	132.0	722.0
1964	161.0	190.0	64.0	24.0	6.0	0.0	0.0	2.0	5.0	14.0	71.0	46.0	583.0
1965	106.0	56.5	193.0	84.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25.9	12.0	66.9	85.1	629.4
1966	78.8	92.2	54.9	16.2	26.8	0.0	0.0	0.0	5.4	19.2	50.1	26.7	370.3
1967	17.7	43.3	58.6	10.6	12.2	0.0	20.0	33.0	72.0	66.6	35.1	230.4	599.5
1968	75.7	123.9	19.6	56.1	13.0	0.0	27.8	32.4	76.2	37.9	91.3	31.6	585.5
1969	135.0	86.6	61.8	60.2	0.0	0.0	0.0	8.4	27.6	23.4	51.2	86.7	540.9
1970	213.3	66.1	69.5	82.7	15.7	0.0	2.4	0.4	44.3	50.9	23.5	175.6	744.4
1971	135.5	252.4	74.3	16.9	8.2	0.0	0.0	2.2	0.0	47.6	20.6	38.8	596.5
1972	146.6	47.2	16.0	12.0	0.0	0.0	0.0	4.0	2.8	22.4	77.8	84.4	413.2
1973	129.3	130.0	95.2	88.0	0.4	0.0	0.0	15.6	52.2	14.9	43.0	63.8	632.4
1974	156.8	150.8	43.9	31.5	0.0	0.8	0.0	0.4	0.0	20.3	9.4	111.2	525.1
1975	97.0	120.6	117.9	30.9	2.6	0.0	0.0	15.0	0.0	43.3	41.0	286.1	754.4
1976	337.9	306.4	312.3	136.6	0.0	1.0	1.0	24.0	41.0	7.0	27.1	132.2	1326.5
1977	96.4	128.9	120.6	16.4	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	42.2	95.4	95.0	640.9
1978	106.5	157.3	115.7	46.2	4.1	4.9	0.0	0.0	18.6	25.2	160.1	254.8	893.4
1979	226.0	45.9	77.3	119.0	11.4	0.0	0.0	0.0	11.7	57.9	26.9	133.3	709.4
1980	114.5	77.7	112.5	3.6	1.8	3.4	3.6	0.0	27.0	82.1	36.4	49.6	512.2
1981	195.2	90.4	131.6	72.6	0.0	0.0	0.0	9.9	25.5	70.8	41.3	93.6	730.9
1982	120.0	70.1	78.0	48.0	0.0	0.0	0.0	0.0	54.1	34.2	153.9	22.4	580.7
1983	89.2	83.3	45.1	40.8	7.2	0.0	0.0	19.7	0.0	36.1	15.6	53.9	390.9
1984	240.3	188.3	90.5	24.8	6.0	7.0	35.0	21.9	9.4	67.3	157.7	154.6	1002.8
1985	122.0	137.5	96.8	85.4	6.3	10.8	0.0	0.0	40.1	26.5	130.9	223.1	879.4
1986	80.6	192.2	162.5	94.1	6.7	0.0	2.3	0.0	32.5	0.0	78.4	111.6	760.9
1987	183.6	101.0	58.2	55.9	0.0	6.2	24.1	3.4	1.2	42.2	95.7	33.0	604.5
1988	110.7	112.7	81.3	90.1	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	40.4	3.8	123.2	581.4
1989	112.0	186.1	89.2	67.2	0.0	10.0	0.0	13.1	18.9	33.8	55.3	57.1	642.7
1990	136.8	63.7	24.0	3.2	0.0	55.2	0.0	0.0	8.7	79.6	83.6	67.9	522.7
1991	129.2	83.6	139.2	71.6	9.6	32.0	0.0	0.0	13.0	32.2	83.3	116.3	710.0
1992	188.3	91.4	45.8	19.2	0.0	4.3	0.0	37.7	10.8	33.0	41.4	111.7	583.6
1993	157.0	56.3	83.7	32.2	11.4	0.0	12.3	19.4	24.8	54.9	75.9	104.3	632.2
1994	104.0	94.3	91.8	71.0	23.2	3.1	0.0	0.0	7.1	22.7	64.5	110.2	591.9
1995	154.5	181.9	110.1	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	28.3	96.2	587.7
1996	153.9	70.1	68.8	34.9	18.7	0.0	0.0	8.5	8.1	29.9	104.2	61.4	558.5
1997	181.6	109.2	217.2	38.3	3.2	0.0	0.0	3.0	29.4	33.8	80.1	32.5	728.3
1998	62.5	96.4	106.4	39.2	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	54.1	64.4	41.6	467.6
1999	83.6	40.5	125.2	42.7	29.3	0.0	0.0	0.0	35.7	34.5	35.9	92.9	520.3
2000	119.6	98.1	81.4	9.1	0.0	19.4	0.0	10.6	20.2	126.8	20.5	108.6	614.3

N' DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	37
MEDIA	137.2	113.5	91.9	49.4	7.2	3.7	3.0	7.1	22.7	40.7	65.6	103.9		641.8
DESV.STD	54.5	57.9	52.8	32.7	8.7	9.8	7.9	10.3	22.9	22.9	40.4	64.9		172.9
MIN	17.7	40.5	16.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	22.4		370.3
MAX	337.9	306.4	312.3	136.6	33.0	55.2	35.0	37.7	85.5	126.8	167.0	286.1		1326.5
MEDIANA	129.3	95.4	82.2	41.9	4.1	0.0	0.0	0.7	15.5	37.0	63.2	93.3		599.5

ANEXO D1 - 2

PARA UNA UNA RELACION $I_a=0.2$ S Y PARA UNA CONDICION DE HUMEDAD ANTECEDENTE PROMEDIO (CHA II)

PRECIPITACION =	P
USO DE TIERRA =	pastizales o similares
TRATAMIENTO O PRACTICA =	pastizales o similares
CONDICION HIDROLOGICA =	buena
CLASIFICACION HIDROLOGICA DE SUELOS =	A
NUMERO DE CURVA N(II) =	39

NOTA: Un numero de curva N = 100, indica que toda la lluvia escurre y un N = 1 indica que toda la lluvia es infiltra.

CONDICION HIDROLOGICA

COBERTURA VEGETAL	condición hidrológica
>75% del área	buena
entre 50% y 75%	regular
<50% del área	pobre

GRUPO	CONDICION HIDROLOGICA DE SUELO
GRUPO A	tiene bajo potencial de escorrentía
GRUPO B	tiene un moderado bajo potencial de escorrentía
GRUPO C	tiene un moderado alto potencial de escorrentía
GRUPO D	tiene alto potencial de escorrentía

ECUACION GENERADA PARA ESTIMAR ESCORRENTIA A PARTIR DE PP

ESCORRENTIA =

$$Q = \frac{[39(P+50.8) - 5080]^2}{39[39(P-203.2) + 20320]} \text{ (mm)}$$

ANEXO D1 - 3

ESCORRENTIA (mm) GENERADO DE LAS PRECIPITACIONES - MUÑANI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	1.4	1.3	1.5	0.5	10.9	0.0	0.0	0.0	32.5	5.0	1.2	59.0	113.4
1958	6.9	0.0	0.0	6.9	21.3	0.0	43.1	0.0	27.6	10.3	4.4	3.5	124.1
1959	0.1	32.3	3.0	1.5	36.7	0.0	0.0	38.2	41.4	2.3	0.2	0.2	156.0
1960	24.3	15.4	0.6	16.2	43.1	0.0	0.0	20.4	22.3	3.8	16.9	0.9	163.8
1961	6.2	0.9	4.1	17.8	36.7	0.0	0.0	0.0	43.1	3.2	7.8	5.1	125.0
1962	13.9	0.0	2.5	2.5	41.4	44.8	0.0	0.0	0.1	2.3	0.2	0.4	108.2
1963	22.9	0.0	0.9	2.5	39.8	0.0	0.0	44.8	0.1	5.0	0.1	7.2	123.3
1964	15.1	24.6	0.9	17.0	36.7	0.0	0.0	43.1	38.2	26.4	0.3	5.0	207.4
1965	2.1	2.2	25.7	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	15.5	28.8	0.6	0.1	75.0
1966	0.0	0.5	2.5	24.1	14.9	0.0	0.0	0.0	37.6	21.1	3.7	15.0	119.4
1967	22.6	6.0	1.8	30.5	28.5	0.0	20.4	10.9	0.2	0.6	9.7	39.8	171.0
1968	0.1	5.3	20.8	2.3	27.6	0.0	14.2	11.2	0.0	8.3	0.5	11.7	101.9
1969	7.9	0.2	1.2	1.5	0.0	0.0	0.0	33.3	14.3	17.5	3.4	0.2	79.5
1970	33.2	0.7	0.4	0.0	24.6	0.0	42.4	45.9	5.6	3.5	17.4	19.7	193.4
1971	8.0	48.7	0.1	23.4	33.6	0.0	0.0	42.7	0.0	4.5	19.8	7.9	188.7
1972	10.9	4.6	24.3	28.8	0.0	0.0	0.0	39.8	41.7	18.3	0.0	0.1	168.5
1973	6.5	6.7	0.8	0.2	45.9	0.0	0.0	24.7	3.2	25.5	6.1	1.0	120.5
1974	13.8	12.1	5.8	11.8	0.0	45.2	0.0	45.9	0.0	20.1	32.0	2.9	189.5
1975	1.0	4.6	4.1	12.1	42.1	0.0	0.0	25.3	0.0	6.0	6.9	63.0	165.2
1976	86.0	71.8	74.5	8.3	0.0	44.8	44.8	17.0	6.9	35.3	14.7	7.2	411.3
1977	0.9	6.4	4.6	23.9	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	6.4	0.8	0.8	48.9
1978	2.2	14.0	3.7	5.0	39.6	38.4	0.0	0.0	21.7	16.1	14.8	49.7	205.1
1979	38.1	5.1	0.0	4.3	29.5	0.0	0.0	0.0	29.1	1.9	14.8	7.5	130.2
1980	3.5	0.0	3.1	40.4	43.4	40.8	40.4	0.0	14.7	0.0	9.1	3.9	199.4
1981	26.5	0.4	7.1	0.2	0.0	0.0	0.0	31.4	15.8	0.3	6.8	0.6	89.0
1982	4.5	0.3	0.0	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	10.2	13.0	18.3	53.4
1983	0.3	0.1	5.3	7.0	35.0	0.0	0.0	20.7	0.0	9.2	24.7	2.7	105.1
1984	43.7	24.0	0.4	16.4	36.7	35.3	9.8	18.7	32.0	0.6	14.1	13.2	244.9
1985	4.9	8.5	0.9	0.1	36.3	30.2	0.0	0.0	7.3	15.1	6.9	36.9	147.3
1986	0.0	25.4	15.5	0.7	35.7	0.0	42.6	0.0	11.2	0.0	0.0	3.0	134.1
1987	22.4	1.4	1.8	2.3	0.0	36.4	16.9	40.8	44.5	6.4	0.8	10.9	184.7
1988	2.8	3.2	0.0	0.4	21.1	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	40.1	5.2	80.0
1989	3.0	23.3	0.3	0.6	0.0	31.2	0.0	27.5	21.4	10.4	2.4	2.0	122.2
1990	8.3	1.0	17.0	41.1	0.0	2.4	0.0	0.0	32.9	0.0	0.1	0.5	103.3
1991	6.5	0.1	8.9	0.2	31.8	11.5	0.0	0.0	27.6	11.4	0.1	3.8	101.8
1992	24.0	0.5	5.1	21.1	0.0	39.3	0.0	8.4	30.2	10.9	6.8	3.0	149.4
1993	13.9	2.2	0.1	11.4	29.5	0.0	28.4	20.9	16.4	2.5	0.0	1.9	127.1
1994	1.8	0.7	0.5	0.3	17.6	41.2	0.0	0.0	35.2	18.0	0.9	2.7	119.0
1995	13.1	21.8	2.7	40.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.8	13.8	0.9	120.2
1996	13.0	0.3	0.4	9.8	21.6	0.0	0.0	33.2	33.8	12.8	1.8	1.3	128.0
1997	21.7	2.6	34.6	8.1	41.1	0.0	0.0	41.4	13.1	10.4	0.0	11.2	184.3
1998	1.1	0.9	2.2	7.7	0.0	41.4	0.0	0.0	0.0	2.7	0.9	6.7	63.6
1999	0.1	7.1	5.6	6.2	13.2	0.0	0.0	0.0	9.4	10.1	9.3	0.6	61.6
2000	4.4	1.1	0.0	32.4	0.0	20.9	0.0	30.5	20.2	6.0	19.9	2.5	137.9

N' DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	37
MEDIA	12.4	8.8	6.7	11.2	20.8	11.5	6.9	16.3	17.2	10.1	7.9	10.0	141.4
DESV.STD	15.6	14.3	12.9	12.1	16.9	17.5	14.2	17.2	14.8	8.9	9.2	15.4	65.9
MIN	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	48.9
MAX	86.0	71.8	74.5	41.1	45.9	45.2	44.8	45.9	44.5	35.3	40.1	63.0	411.3
MEDIANA	6.7	2.4	2.3	7.0	23.1	0.0	0.0	11.1	15.1	7.8	5.2	3.6	128.0

ANEXO D1 - 4

ESTIMACION DE CAUDAL MAXIMO

A = AREA DE LA CUENCA =	12.3 Km ²	
L = LONGITUD DE RECORRIDO DE AGUA =	8388.6 m	
COTA MAXIMA =	4790 m.s.n.m.	
COTA MINIMA =	4000 m.s.n.m.	
H = DIFERENCIA DE HALTURA =	790.0 m	
T _c = TIEMPO DE CONCENTRACION =	50.9 min	= 0.85 hr
q = CAUDAL UNITARIO =	0.18 m ³ /s/mm/Km ²	
ESCURRIMIENTO =	0.00 mm	
Q = CAUDAL MAXIMO =	0.00 m ³ /seg	

Tiempo de concentración:

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Caudal máximo:

$$Q_{max} = q \times Q \times A$$

0.80	0.19
0.85	0.18
0.90	0.168
0.848	
0.1663	

T _c	q
0.1	0.337
0.2	0.300
0.3	0.271
0.4	0.246
0.5	0.226
0.6	0.208
0.7	0.195
0.8	0.190
0.9	0.168
1.0	0.158
1.5	0.120
2.0	0.100
2.5	0.086
3.0	0.076
4.0	0.063
5.0	0.054
6.0	0.048
7.0	0.043
8.0	0.039
10.0	0.034
12.0	0.030
14.0	0.027
16.0	0.025
18.0	0.023
20.0	0.021
22.0	0.020
24.0	0.019

ANEXO D1 - 5

CAUDALES (m3/seg) GENERADOS A PARTIR DE LA ESCORRENTIA - MUÑANI

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1957	3.13	2.87	3.35	1.12	24.06	0.00	0.00	0.00	71.87	11.10	2.66	130.36	250.52
1958	15.28	0.00	0.09	15.31	47.06	0.00	95.14	0.00	60.91	22.82	9.65	7.70	273.96
1959	0.23	71.32	6.55	3.41	81.14	0.00	0.00	84.46	91.45	5.03	0.45	0.53	344.57
1960	53.63	33.98	1.30	35.81	95.14	0.00	0.00	45.02	49.17	8.32	37.42	2.05	361.83
1961	13.75	2.05	8.97	39.30	81.14	0.00	0.00	0.00	95.14	7.11	17.26	11.35	276.07
1962	30.64	0.02	5.63	5.51	91.45	98.96	0.00	0.00	0.27	5.03	0.45	0.96	238.91
1963	50.57	0.05	2.05	5.51	87.89	0.00	0.00	98.96	0.24	11.10	0.15	15.80	272.31
1964	33.30	54.41	2.05	37.52	81.14	0.00	0.00	95.14	84.46	58.40	0.58	11.10	458.10
1965	4.62	4.80	56.75	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	34.31	63.51	1.33	0.24	165.70
1966	0.00	1.16	5.56	53.17	32.86	0.00	0.00	0.00	83.12	46.65	8.26	33.02	263.79
1967	49.82	13.27	3.89	67.30	62.98	0.00	45.02	24.06	0.45	1.39	21.50	87.87	377.55
1968	0.11	11.77	45.83	4.98	60.91	0.00	31.31	24.83	0.08	18.39	1.00	25.88	225.09
1969	17.40	0.38	2.72	3.28	0.00	0.00	0.00	73.64	31.62	38.58	7.58	0.39	175.58
1970	73.24	1.51	0.82	0.08	54.32	0.00	93.65	101.32	12.43	7.76	38.40	43.56	427.08
1971	17.67	107.51	0.21	51.58	74.25	0.00	0.00	94.39	0.00	9.93	43.83	17.46	416.82
1972	24.07	10.21	53.63	63.51	0.00	0.00	0.00	87.89	92.18	40.40	0.02	0.18	372.08
1973	14.41	14.76	1.73	0.53	101.32	0.00	0.00	54.55	7.00	56.21	13.52	2.11	266.14
1974	30.51	26.66	12.76	26.01	0.00	99.74	0.00	101.32	0.00	44.42	70.70	6.42	418.55
1975	2.13	10.26	9.09	26.83	92.91	0.00	0.00	55.97	0.00	13.27	15.31	139.02	364.78
1976	189.93	158.67	164.45	18.27	0.00	98.96	98.96	37.52	15.31	77.94	32.39	15.90	908.31
1977	1.99	14.21	10.26	52.71	0.00	0.00	0.00	0.00	11.10	14.22	1.77	1.69	107.95
1978	4.78	30.84	8.17	10.95	87.54	84.80	0.00	0.00	47.90	35.47	32.70	109.70	452.84
1979	84.04	11.17	0.04	9.56	65.11	0.00	0.00	0.00	64.30	4.18	32.71	16.48	287.60
1980	7.69	0.02	6.91	89.30	95.89	90.01	89.30	0.00	32.55	0.05	20.02	8.57	440.32
1981	58.49	0.86	15.59	0.38	0.00	0.00	0.00	69.27	34.97	0.61	15.04	1.41	196.61
1982	10.00	0.72	0.02	9.65	0.00	0.00	0.00	0.00	5.96	22.57	28.63	40.40	117.94
1983	0.69	0.11	11.79	15.50	77.31	0.00	0.00	45.62	0.00	20.35	54.55	6.07	232.00
1984	96.60	53.09	0.88	36.14	81.14	77.94	21.62	41.33	70.70	1.24	31.10	29.08	540.87
1985	10.89	18.77	2.08	0.26	80.17	66.75	0.00	0.00	16.17	33.34	15.23	81.55	325.20
1986	0.01	56.12	34.32	1.51	78.89	0.00	94.02	0.00	24.70	0.00	0.01	6.57	296.15
1987	49.50	3.13	4.06	5.07	0.00	80.49	37.35	90.01	98.18	14.22	1.84	24.06	407.93
1988	6.24	6.99	0.03	0.82	46.65	0.00	0.00	0.00	0.00	15.88	88.59	11.44	176.63
1989	6.72	51.40	0.69	1.26	0.00	68.98	0.00	60.65	47.27	23.06	5.36	4.53	269.93
1990	18.38	2.14	37.52	90.73	0.00	5.41	0.00	0.00	72.75	0.00	0.13	1.12	228.18
1991	14.36	0.13	19.73	0.50	70.12	25.35	0.00	0.00	60.91	25.09	0.11	8.42	224.71
1992	53.09	1.02	11.25	46.65	0.00	86.85	0.00	18.60	66.75	24.06	14.94	6.61	329.82
1993	30.64	4.89	0.14	25.09	65.11	0.00	62.72	46.23	36.14	5.56	0.10	4.09	280.70
1994	4.00	1.55	1.09	0.58	38.94	91.09	0.00	0.00	77.63	39.84	1.92	6.06	262.69
1995	29.02	48.22	6.02	88.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	61.42	30.55	1.95	265.42
1996	28.63	0.72	0.94	21.74	47.69	0.00	0.00	73.34	74.55	28.22	4.06	2.86	282.74
1997	48.00	5.70	76.52	17.97	90.73	0.00	0.00	91.45	28.93	23.06	0.00	24.70	407.07
1998	2.50	1.99	4.75	17.05	0.00	91.45	0.00	0.00	0.00	5.96	1.94	14.76	140.42
1999	0.13	15.79	12.39	13.78	29.08	0.00	0.00	0.00	20.81	22.21	20.58	1.28	136.04
2000	9.82	2.39	0.03	71.57	0.00	46.23	0.00	67.30	44.62	13.16	44.02	5.49	304.63

N' DATOS	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
MEDIA	27.3	19.5	14.8	24.7	46.0	25.3	15.2	36.0	37.9	22.3	17.5	22.1	308.5
DESV.STD	34.5	31.5	28.5	26.7	37.3	38.6	31.3	38.0	32.7	19.5	20.2	34.0	134.9
MIN	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	108.0
MAX	189.9	158.7	164.5	90.7	101.3	99.7	99.0	101.3	98.2	77.9	88.6	139.0	908.3
MEDIANA	14.8	5.3	5.2	15.4	51.0	0.0	0.0	24.4	33.4	17.1	11.6	8.1	278.4

ANEXO D1 - 6

CAUDALES (m3/seg) PARA UNA PROBABILIDAD DE 75% - MUÑANI

m	ENE.	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	P=m*100/(n+1)
1	189.93	158.67	164.45	90.73	101.32	99.74	98.96	101.32	98.18	77.94	88.59	139.02	2
2	96.60	107.51	76.52	89.30	95.89	98.96	95.14	101.32	95.14	63.51	70.70	130.36	4
3	84.04	71.32	56.75	88.24	95.14	98.96	94.02	98.96	92.18	61.42	54.55	109.70	7
4	73.24	56.12	53.63	71.57	92.91	91.45	93.65	95.14	91.45	58.40	44.02	87.87	9
5	58.49	54.41	45.83	67.30	91.45	91.09	89.30	94.39	84.46	56.21	43.83	81.55	11
6	53.63	53.09	37.52	63.51	90.73	90.01	62.72	91.45	83.12	46.65	38.40	43.56	13
7	53.09	51.40	34.32	53.17	87.89	86.85	45.02	90.01	77.63	44.42	37.42	40.40	16
8	50.57	48.22	19.73	52.71	87.54	84.80	37.35	87.89	74.55	40.40	32.71	33.02	18
9	49.82	33.98	15.59	51.58	81.14	80.49	31.31	84.46	72.75	39.84	32.70	29.08	20
10	49.50	30.84	12.76	46.65	81.14	77.94	21.62	73.64	71.87	38.58	32.39	25.88	22
11	48.00	26.66	12.39	39.30	81.14	68.98	0.00	73.34	70.70	35.47	31.10	24.70	24
12	33.30	18.77	11.79	37.52	81.14	66.75	0.00	69.27	66.75	33.34	30.55	24.06	27
13	30.64	15.79	11.25	36.14	80.17	46.23	0.00	67.30	64.30	28.22	28.63	17.46	29
14	30.64	14.76	10.26	35.81	78.89	25.35	0.00	60.65	60.91	25.09	21.50	16.48	31
15	30.51	14.21	9.09	26.83	77.31	5.41	0.00	55.97	60.91	24.06	20.58	15.90	33
16	29.02	13.27	8.97	26.01	74.25	0.00	0.00	54.55	49.17	23.06	20.02	15.80	36
17	28.63	11.77	8.17	25.09	70.12	0.00	0.00	46.23	47.90	23.06	17.26	14.76	38
18	24.07	11.17	6.91	21.74	65.11	0.00	0.00	45.62	47.27	22.82	15.31	11.44	40
19	18.38	10.26	6.55	18.27	65.11	0.00	0.00	45.02	44.62	22.57	15.23	11.35	42
20	17.67	10.21	6.02	17.97	62.98	0.00	0.00	41.33	36.14	22.21	15.04	11.10	44
21	17.40	6.99	5.63	17.05	60.91	0.00	0.00	37.52	34.97	20.35	14.94	8.57	47
22	15.28	5.70	5.56	15.50	54.32	0.00	0.00	24.83	34.31	18.39	13.52	8.42	49
23	14.41	4.89	4.75	15.31	47.69	0.00	0.00	24.06	32.55	15.88	9.65	7.70	51
24	14.36	4.80	4.06	13.78	47.06	0.00	0.00	18.60	31.62	14.22	8.26	6.61	53
25	13.75	3.13	3.89	10.95	46.65	0.00	0.00	0.00	28.93	14.22	7.58	6.57	56
26	10.89	2.87	3.35	9.65	38.94	0.00	0.00	0.00	24.70	13.27	5.36	6.42	58
27	10.00	2.39	2.72	9.56	32.86	0.00	0.00	0.00	20.81	13.16	4.06	6.07	60
28	9.82	2.14	2.08	5.51	29.08	0.00	0.00	0.00	16.17	11.10	2.66	6.06	62
29	7.69	2.05	2.05	5.51	24.06	0.00	0.00	0.00	15.31	11.10	1.94	5.49	64
30	6.72	1.99	2.05	5.07	0.00	0.00	0.00	0.00	12.43	9.93	1.92	4.53	67
31	6.24	1.55	1.73	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00	11.10	8.32	1.84	4.09	69
32	4.78	1.51	1.30	3.41	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00	7.76	1.77	2.86	71
33	4.62	1.16	1.09	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	5.96	4.02	1.33	2.11	73
34	4.00	1.02	0.94	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	3.51	1.00	2.05	76
35	3.13	0.86	0.88	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	1.30	0.58	1.95	78
36	2.50	0.72	0.82	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	3.03	0.45	1.69	80
37	2.13	0.72	0.69	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	3.03	0.45	1.41	82
38	1.99	0.38	0.21	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.18	0.15	1.28	84
39	0.69	0.13	0.14	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.39	0.13	1.12	87
40	0.23	0.11	0.09	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.24	0.11	0.96	89
41	0.13	0.05	0.04	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61	0.10	0.53	91
42	0.11	0.02	0.03	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.39	93
43	0.01	0.02	0.03	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.24	96
44	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	98
P 75%	4.15	1.05	0.98	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.83	1.97	2.05	2.07	

ANEXO E1:

RENDIMIENTO DE CULTIVOS DE LA DRA-PUNO Y EMPRESA MICHELL & C.I.A.

- E1- 1:** RENDIMIENTO DE CULTIVOS (AVENA FORRAJERA Y PASTOS CULTIVADOS) DE LA DRA - PUNO
- E2 - 2:** RENDIMIENTO DE CULTIVOS (AVENA FORRAJERA Y PASTOS CULTIVADOS) DE LA EMPRESA MICHELL & C.I.A.



ANEXO E1 - 1

DIRECCION REGIONAL AGRARIA PUNO
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN AGRARIA

DEPARTAMENTO PUNO	PROVINCIA AZANGARO	DISTRITO SORANI	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
CULTIVO	VARIABLES														
AVENA FORRAJERA	Sup. Verde (ha.)		120.00	440.00	420.00	440.00	143.00	300.00	310.00	330.00	340.00	310.00	315.00	310.00	310.00
	Siembras (ha.)					10.00			3.00	10.00			2.00		
	Sup Perdida (ha.)								307.00	320.00	340.00	310.00	313.00	310.00	310.00
	Cosechas (ha.)		120.00	440.00	420.00	440.00	133.00	300.00	307.00	320.00	340.00	310.00	313.00	310.00	310.00
	Rendimiento (Kg./ha.)		16,308.33	19,511.36	19,238.10	17,347.73	18,165.41	20,536.67	18,804.56	19,000.00	21,500.00	20,529.03	19,792.33	19,764.52	23,790.32
OTROS PASTOS	Produccion (t.)		1,957.00	8,585.00	8,080.00	7,633.00	2,416.00	6,161.00	5,773.00	6,080.00	7,310.00	6,364.00	6,195.00	6,127.00	7,375.00
	Precio Chacra (\$/Kg.)		0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.25	0.29	0.27	0.30	0.30
	Sup. Verde (ha.)														
	Siembras (ha.)					6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	2.00				
	Cosechas (ha.)		15.00	15.00	15.00	15.00	9.00	9.00	9.00	15.00	15.00	17.00	17.00	17.00	17.00
OTROS PASTOS	Rendimiento (Kg./ha.)		12,600.00	11,600.00	11,000.00	18,133.33	16,888.89	16,444.44	17,333.33	18,866.67	18,333.33	17,235.29	17,705.88	16,588.24	17,000.00
	Produccion (t.)		189.00	174.00	165.00	272.00	152.00	148.00	156.00	283.00	275.00	293.00	301.00	282.00	289.00
	Precio Chacra (\$/Kg.)		0.32	0.31	0.29	0.29	0.30	0.30	0.28	0.26	0.25	0.27	0.27	0.28	0.27



DIRECCION REGIONAL AGRARIA PUNO
DIRECCIÓN DE INFORMACIÓN AGRARIA

DEPARTAMENTO PUNO	PROVINCIA AZANGARO	DISTRITO MUÑANI	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
CULTIVO	VARIABLES														
AVENA FORRAJERA	Sup. Verde (ha.)		120.00	440.00	420.00	440.00	143.00	300.00	310.00	330.00	340.00	310.00	315.00	310.00	310.00
	Siembras (ha.)					10.00			3.00	10.00			2.00		
	Sup Perdida (ha.)								307.00	320.00	340.00	310.00	313.00	310.00	310.00
	Cosechas (ha.)		120.00	440.00	420.00	440.00	133.00	300.00	307.00	320.00	340.00	310.00	313.00	310.00	310.00
	Rendimiento (Kg./ha.)		16,308.33	19,511.36	19,238.10	17,347.73	18,165.41	20,536.67	18,804.56	19,000.00	21,500.00	20,529.03	19,792.33	19,764.52	23,790.32
OTROS PASTOS	Produccion (t.)		1,957.00	8,585.00	8,080.00	7,633.00	2,416.00	6,161.00	5,773.00	6,080.00	7,310.00	6,364.00	6,195.00	6,127.00	7,375.00
	Precio Chacra (\$/Kg.)		0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.25	0.29	0.27	0.30	0.30
	Sup. Verde (ha.)														
	Siembras (ha.)					6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	2.00				
	Cosechas (ha.)		15.00	15.00	15.00	15.00	9.00	9.00	9.00	15.00	15.00	17.00	17.00	17.00	17.00

Rendimiento (Kg./ha.)	12,600.00	11,600.00	11,000.00	18,133.33	16,888.89	16,444.44	17,333.33	18,866.67	18,333.33	17,235.29	17,705.88	16,588.24	17,000.00
Produccion (t.)	189.00	174.00	165.00	272.00	152.00	148.00	156.00	283.00	275.00	293.00	301.00	282.00	289.00
Precio Chacra (\$/Kg.)	0.32	0.31	0.29	0.30	0.30	0.30	0.28	0.26	0.25	0.27	0.27	0.28	0.27



DIRECCION REGIONAL AGRARIA PUNO

DIRECCION DE INFORMACION AGRARIA

DEPARTAMENTO PUNO	PROVINCIA AZANGARO	DISTRITO SAN JOSE
--------------------------	---------------------------	--------------------------

CULTIVO	VARIABLES	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
AVENA FORRAIERA	Sup.Verde (ha.)	250.00	330.00	340.00	305.00	280.00	290.00	305.00	305.00	310.00	330.00	350.00	370.00	400.00
	Siembras (ha.)	6.00				90.00		51.00	26.00				48.00	
	Sup Perdida (ha.)	244.00	330.00	340.00	305.00	190.00	290.00	254.00	279.00	310.00	330.00	350.00	322.00	400.00
	Cosechas (ha.)	15,676.23	16,533.33	17,511.76	16,662.30	15,210.53	19,172.41	18,539.37	17,562.72	19,854.84	19,990.91	19,940.00	16,108.70	21,600.00
	Rendimiento (Kg./ha.)	3,825.00	5,456.00	5,954.00	5,082.00	2,890.00	5,560.00	4,709.00	4,900.00	6,155.00	6,597.00	6,979.00	5,187.00	8,640.00
Produccion (t.)	0.28	0.29	0.29	0.29	0.27	0.29	0.29	0.27	0.28	0.28	0.29	0.29	0.31	0.31
Precio Chacra (\$/Kg.)														
OTROS PASTOS	Sup.Verde (ha.)	10.00												
	Siembras (ha.)				12.00			5.00						
	Sup Perdida (ha.)	145.00	155.00	153.00	143.00	138.00	143.00	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00	138.00
	Cosechas (ha.)	13,496.55	13,000.00	16,725.49	19,209.79	17,260.87	17,979.02	18,210.14	18,753.62	17,601.45	17,789.86	17,992.75	17,253.62	18,144.93
	Rendimiento (Kg./ha.)	1,957.00	2,015.00	2,559.00	2,747.00	2,382.00	2,571.00	2,513.00	2,588.00	2,429.00	2,455.00	2,483.00	2,381.00	2,504.00
Produccion (t.)	0.32	0.30	0.28	0.29	0.29	0.29	0.30	0.27	0.27	0.26	0.24	0.25	0.31	0.31
Precio Chacra (\$/Kg.)														



DIRECCION REGIONAL AGRARIA PUNO

DIRECCION DE INFORMACION AGRARIA

DEPARTAMENTO PUNO	PROVINCIA AZANGARO	DISTRITO AZANGARO
--------------------------	---------------------------	--------------------------

CULTIVO	VARIABLES	1998-1999	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
AVENA FORRAIERA	Sup.Verde (ha.)	600.00	850.00	870.00	950.00	1,120.00	1,200.00	1,220.00	1,210.00	1,220.00	1,240.00	1,280.00	1,300.00	1,340.00
	Siembras (ha.)	25.00				325.00		120.00	90.00				312.00	
	Sup Perdida (ha.)	575.00	850.00	870.00	950.00	795.00	1,200.00	1,100.00	1,120.00	1,220.00	1,240.00	1,280.00	988.00	1,340.00
	Cosechas (ha.)	15,666.09	16,636.47	18,129.89	16,971.58	15,783.65	19,465.83	18,572.73	17,713.39	19,775.41	19,730.65	20,831.25	16,763.16	21,500.00
	Rendimiento (Kg./ha.)	9,008.00	14,141.00	15,773.00	16,123.00	12,548.00	23,359.00	20,430.00	19,839.00	24,126.00	24,466.00	26,664.00	16,562.00	28,810.00
Produccion (t.)	0.29	0.29	0.28	0.29	0.27	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31
Precio Chacra (\$/Kg.)														
OTROS PASTOS	Sup.Verde (ha.)	15.00												
	Siembras (ha.)												10.00	5.00

Sup Perdida (ha.)	215.00	230.00	230.00	230.00	230.00	226.00	230.00	20.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
Cosechas (ha.)	13,446.51	13,486.96	16,952.17	18,478.26	18,893.81	18,160.87	17,890.48	18,728.57	18,100.00	18,209.52	18,223.81	18,223.81	15,785.71	17,276.19	15,785.71	17,276.19
Rendimiento (Kg./ha.)	2,891.00	3,102.00	3,899.00	4,250.00	4,270.00	4,177.00	3,757.00	3,933.00	3,801.00	3,824.00	3,827.00	3,827.00	3,315.00	3,628.00	3,315.00	3,628.00
Produccion (t.)	0.31	0.30	0.29	0.29	0.30	0.30	0.28	0.27	0.27	0.27	0.25	0.25	0.29	0.29	0.25	0.31
Precio Chacra (\$/Kg.)																

ANEXO E1 - 2

MICHEL Y C.I.A. S.A.

EJECUCION Y PERSPECTIVAS DE LA INFORMACION AGRICOLA														
CAMPAÑA AGRICOLA 2010- 2011														
CULTIVO	VARIABLES	TOTAL EJECUCION	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
AVENA FORRAJERA	Sup. Verde (ha.)	29.29				29.29	29.29	29.29	29.29	29.29	25.60	12.10		
	Siembras (ha.)	29.29				29.29								
	Cosechas (ha.)	29.29								3.69	13.50	12.10		
	Rendimiento (Tn./ha.)	21.43								19.60	22.58	22.10		
	Producción (t.)	644.56								72.32	304.83	267.41		
PASTOS CULTIVADOS	Sup. Verde (ha.)	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68	16.68
	Cosechas (ha.)													
	Rendimiento (Kg./ha.)	16,007.19												
	Producción (t.)	267.00												

ANEXO F1:

CÁLCULOS DE LOS FACTORES FISIOGRAFÍA DE LAS SUBCUENCAS

F1 – 1: CURVA HIPSOMÉTRICA Y ELEVACIÓN MEDIA DE LA SUBCUENCA MALLKINI.

F1 – 2: RECTÁNGULO EQUIVALENTE MALLKINI

F1 – 3: PENDIENTE DE LA SUBCUENCA MALLKINI

F1– 4: ÍNDICE DE PENDIENTE DE LA SUBCUENCA MALLKINI

F1– 5: CURVA HIPSOMÉTRICA Y ELEVACIÓN MEDIA DE LA SUBCUENCA SORANI.

F1– 6: RECTÁNGULO EQUIVALENTE SORANI

F1– 7: PENDIENTE DE LA SUBCUENCA SORANI

F1– 8: ÍNDICE DE PENDIENTE DE LA SUBCUENCA SORANI

F1– 9: ÍNDICE O FACTOR DE FORMA

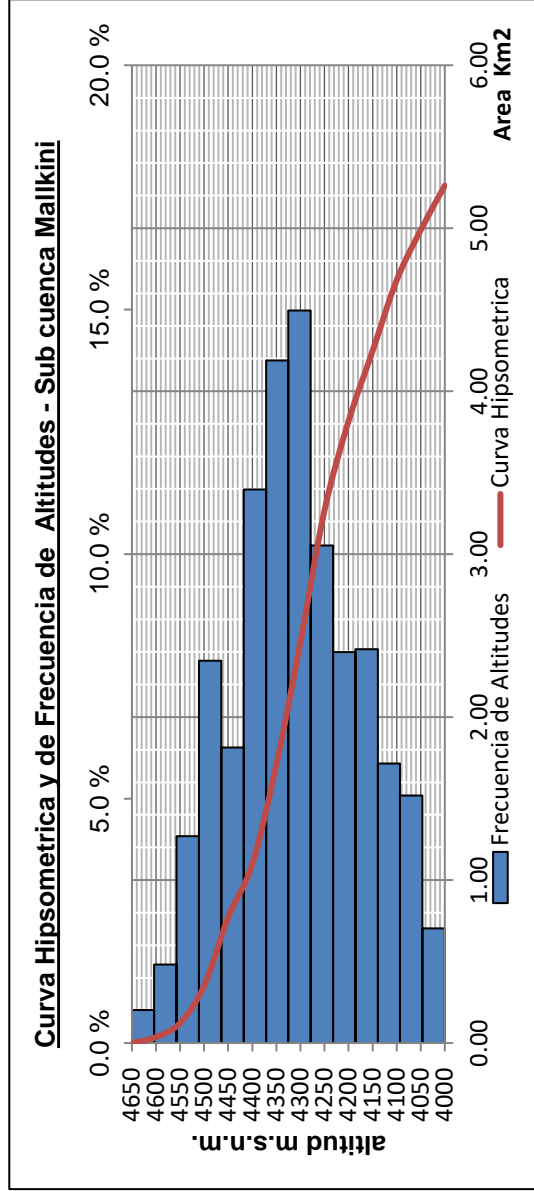
F1– 10: ÍNDICE DE COMPACIDAD (INDICE DE GRAVELIOUS)

ANEXO F1 - 1
CURVA HIPSONOMETRICA Y ELEVACION MEDIA DE LA SUBCUENCA MALLKINI

ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS Km2	AREAS QUE QUEDAN SOBRE LAS ALTITUDES Km2	% DEL TOTAL	% DEL TOTAL QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD	ELEVACION MEDIA - MALLKINI	
	M2	KM2					AREA ENTRE DOS CONTORNOS	ELEVACION MEDIA ENTRE DOS CONTORNOS
4000	126468.69	0.13	0.13	5.26	2.35 %	97.7 %	0.13	3975
4050	272845.54	0.27	0.40	4.99	5.06 %	92.6 %	0.27	4025
4100	308062.35	0.31	0.71	4.68	5.72 %	86.9 %	0.31	4075
4150	434028.74	0.43	1.14	4.25	8.06 %	78.8 %	0.43	4125
4200	430837.41	0.43	1.57	3.82	8.00 %	70.8 %	0.43	4175
4250	548358.75	0.55	2.12	3.27	10.18 %	60.6 %	0.55	4225
4300	807231.15	0.81	2.93	2.46	14.98 %	45.7 %	0.81	4275
4350	752301.33	0.75	3.68	1.71	13.96 %	31.7 %	0.75	4325
4400	610192.47	0.61	4.29	1.10	11.32 %	20.4 %	0.61	4375
4450	325785.07	0.33	4.62	0.77	6.05 %	14.3 %	0.33	4425
4500	421270.09	0.42	5.04	0.35	7.82 %	6.5 %	0.42	4475
4550	227942.57	0.23	5.27	0.12	4.23 %	2.3 %	0.23	4525
4600	86546.82	0.09	5.35	0.04	1.61 %	0.7 %	0.09	4575
4650	36223.67	0.04	5.39	0.00	0.67 %	0.0 %	0.04	4625
	5388094.65	5.39			100.0 %		5.39	

ELEVACION MEDIA = 4279.46

ALTITUD MEDIA	4300
ALTITUD MAS FRECUENTE	4350



F1 - 2. RECTANGULO EQUIVALENTE MALLKINI

L=	2.631855	1.47129857	3.87
l=	2.631855	0.52870143	1.39

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right) \quad l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right)$$

F1 - 3. PENDIENTE DE LA SUBCUENCA MALLKINI
(criterio del rectángulo equivalente)

	COTA MAS ALTA	COTA MENOR	L	PENDIENTE (%)
Subcuenca Mallkini	4650	4000.00	3.87	16.79

$$S = \frac{H}{L}$$

F1 - 4. INDICE DE PENDIENTE DE LA SUBCUENCA MALLKINI

ELEVACION	AREAS	Li	Bi	cotas	ai-ai-1	suma
4000	0.13	0.09	0.02	4.00	0.05	0.02
4050	0.27	0.20	0.05	4.05	0.05	0.03
4100	0.31	0.22	0.06	4.10	0.05	0.03
4150	0.43	0.31	0.08	4.15	0.05	0.03
4200	0.43	0.31	0.08	4.20	0.05	0.03
4250	0.55	0.39	0.10	4.25	0.05	0.04
4300	0.81	0.58	0.15	4.30	0.05	0.04
4350	0.75	0.54	0.14	4.35	0.05	0.04
4400	0.61	0.44	0.11	4.40	0.05	0.04
4450	0.33	0.23	0.06	4.45	0.05	0.03
4500	0.42	0.30	0.08	4.50	0.05	0.03
4550	0.23	0.16	0.04	4.55	0.05	0.02
4600	0.09	0.06	0.02	4.60	0.05	0.01
4650	0.04	0.03	0.01	4.65	0.05	0.01
	5.39	3.87		Índice de pendiente =		0.40

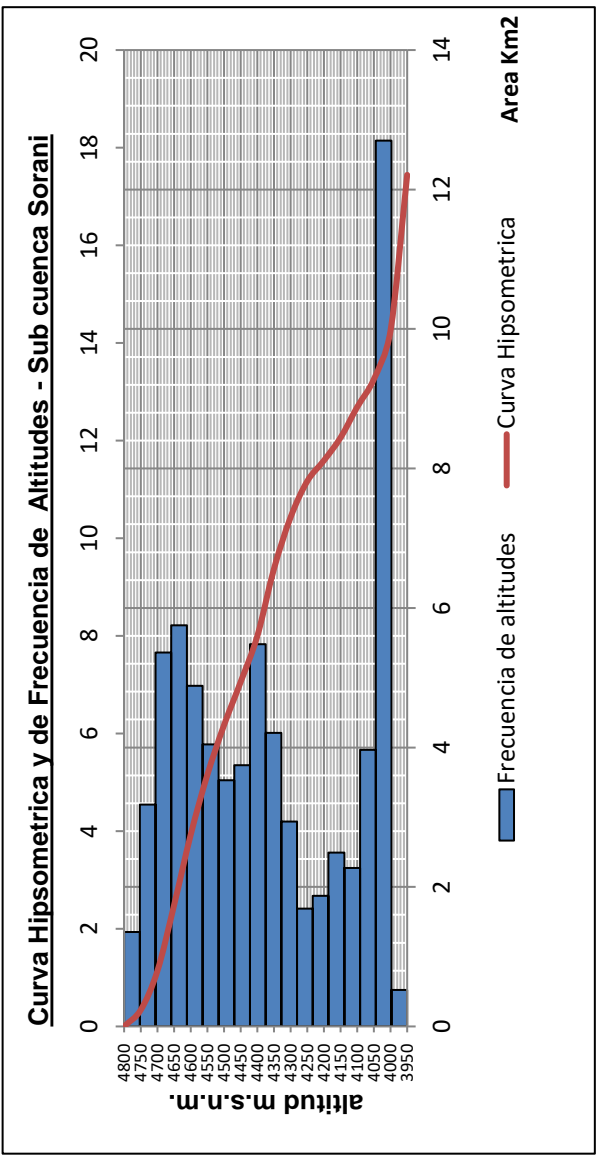
$$I_p = \sum_{i=2}^n \sqrt{\beta_i(a_i - a_{i-1})} * \frac{1}{\sqrt{L}}$$

ANEXO F1 - 5
CURVA HIPSONOMETRICA Y ELEVACION MEDIA DE LA SUBCUENCA SORANI
SUBCUENCA SORANI

ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS Km ²	AREAS QUE QUEDAN SOBRE LAS ALTITUDES Km ²	% DEL TOTAL	% DEL TOTAL QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD	ELEVACION MEDIA	
	M ²	KM ²					AREA ENTRE DOS CONTORNOS	ELEVACION MEDIA ENTRE DOS CONTORNOS
3950	91852.88	0.09	0.09	12.21	0.7 %	99.3 %	0.09	3925
4000	2232442.83	2.23	2.32	9.98	18.1 %	81.1 %	2.23	3975
4050	696660.09	0.70	3.02	9.28	5.7 %	75.4 %	0.70	4025
4100	399211.62	0.40	3.42	8.88	3.2 %	72.2 %	0.40	4075
4150	438146.99	0.44	3.86	8.44	3.6 %	68.6 %	0.44	4125
4200	329365.88	0.33	4.19	8.11	2.7 %	66.0 %	0.33	4175
4250	296692.77	0.30	4.48	7.82	2.4 %	63.5 %	0.30	4225
4300	515968.51	0.52	5.00	7.30	4.2 %	59.4 %	0.52	4275
4350	739662.08	0.74	5.74	6.56	6.0 %	53.3 %	0.74	4325
4400	963609.46	0.96	6.70	5.60	7.8 %	45.5 %	0.96	4375
4450	658084.94	0.66	7.36	4.94	5.3 %	40.2 %	0.66	4425
4500	620432.52	0.62	7.98	4.32	5.0 %	35.1 %	0.62	4475
4550	711055.53	0.71	8.69	3.61	5.8 %	29.3 %	0.71	4525
4600	858573.41	0.86	9.55	2.75	7.0 %	22.4 %	0.86	4575
4650	1010972.39	1.01	10.56	1.74	8.2 %	14.1 %	1.01	4625
4700	942140.84	0.94	11.50	0.80	7.7 %	6.5 %	0.94	4675
4750	559335.35	0.56	12.06	0.24	4.5 %	1.9 %	0.56	4725
4800	237946.34	0.24	12.30	0.00	1.9 %	0.0 %	0.24	4775
	12302154.43	12.30			100.0 %		12.30	

ELEVACION MEDIA= 4341.94

ALTITUD MEDIA 4370
ALTITUD MAS FRECUENTE 4000



F1 - 6. RECTANGULO EQUIVALENTE SORANI

L=	4.4702025	1.6199678	7.24
l=	4.4702025	0.3800322	1.70

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right)$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2} \right)$$

F1 - 7. PENDIENTE DE LA SUBCUENCA SORANI (criterio del rectángulo equivalente)

	COTA MAS ALTA	COTA MENOR	L	PENDIENTE (%)
Subcuenca Sorani	4800	3950	7.24	11.74

$$S = \frac{H}{L}$$

F1 - 8. INDICE DE PENDIENTE DE LA SUB CUENCA SORANI

ELEVACION	AREAS	Li	Bi	cotas	ai-ai-1	suma
3950	0.09	0.05	0.01	3.95	0.05	0.01
4000	2.23	1.31	0.18	4.00	0.05	0.04
4050	0.70	0.41	0.06	4.05	0.05	0.02
4100	0.40	0.23	0.03	4.10	0.05	0.01
4150	0.44	0.26	0.04	4.15	0.05	0.02
4200	0.33	0.19	0.03	4.20	0.05	0.01
4250	0.30	0.17	0.02	4.25	0.05	0.01
4300	0.52	0.30	0.04	4.30	0.05	0.02
4350	0.74	0.44	0.06	4.35	0.05	0.02
4400	0.96	0.57	0.08	4.40	0.05	0.02
4450	0.66	0.39	0.05	4.45	0.05	0.02
4500	0.62	0.37	0.05	4.50	0.05	0.02
4550	0.71	0.42	0.06	4.55	0.05	0.02
4600	0.86	0.51	0.07	4.60	0.05	0.02
4650	1.01	0.60	0.08	4.65	0.05	0.02
4700	0.94	0.55	0.08	4.70	0.05	0.02
4750	0.56	0.33	0.05	4.75	0.05	0.02
4800	0.24	0.14	0.02	4.80	0.05	0.01
	12.30	7.24		Índice de pendiente =		0.34

$$I_p = \sum_{i=2}^n \sqrt{\beta_i(a_i - a_{i-1})} * \frac{1}{\sqrt{L}}$$

F1 - 9. INDICE O FACTOR DE FORMA

SUBCUENCAS	AREA (km ²)	LONGITUD (km)	FACTOR DE FORMA
Subcuenca Sorani	12.30	8.39	0.17
Subcuenca Mallkini	5.39	3.59	0.42

$$F = \frac{\text{ancho}}{\text{longitud}} = \frac{B}{L} = \frac{A}{L^2}$$

F1 - 10. INDICE DE COMPACIDAD (INDICE DE GRAVELIOUS)

SUBCUENCAS	AREA (km ²)	PERIMETRO (km)	COEFICIENTE DE COMPACIDAD
Subcuenca Sorani	12.30	17.88081	1.43
Subcuenca Mallkini	5.39	10.52742	1.27

$$K = \frac{\text{perimetro de cuenca}}{\text{perimetro de circulo de igual area}} = \frac{P}{P_0} = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

ANEXO G1:

HOJA DE ENCUESTAS UTILIZADO EN ESTUDIO.

G1 – 1: HOJA DE ENCUESTAS UTILIZADO PARA RECOPIRAR LA
INFORMACIÓN DE CAMPO

ANEXO G1 - 1

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA**

1. Edad del jefe de la familia:
2. Sexo del jefe de la familia:
3. Grado de instrucción:
4. Número de hijos:
5. Ingreso familiar general: S/.....
6. Ocupación:

7. ¿Cómo califica la cantidad de agua con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego?

Muy Insuficiente ()	regular ()	suficiente ()
Insuficiente ()		muy suficiente ()

8. ¿Cuántas hectáreas de área tiene destinado a la actividad agrícola?
 de los cuales para
 Avena forrajera..... hectáreas y para pastos cultivados.....
 hectáreas

9. ¿El agua que se usa actualmente para riego es de calidad?

Muy malo ()	regular ()	muy bueno ()
)	
Malo ()		bueno ()

10. ¿Es suficiente el área de riego para satisfacer la demanda del consumo del ganado?

Muy Insuficiente ()	regular ()	suficiente ()
Insuficiente ()		muy suficiente ()

11. ¿Le dificulta a Ud. La ubicación de la fuente de agua, para el aprovechamiento en el uso de riego?

Muy en desacuerdo ()	neutral ()	de acuerdo ()
En desacuerdo ()		muy de acuerdo ()

12. ¿Es adecuado la infraestructura con que se cuenta actualmente para uso con fines de riego?

Muy inadecuado ()	regular ()	muy adecuado ()
Inadecuado ()		adecuado ()

13. ¿Es suficiente la infraestructura de riego con que se cuenta actualmente?

Muy Insuficiente ()	regular ()	suficiente ()
Insuficiente ()		muy suficiente ()

ANEXO H1:

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA

H1 - 1: ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL AGUA, DEL RIO
SORANI.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA - FCCBB



CERTIFICADO DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

1. DATOS GENERALES

Solicitante : Sr. Br. Clenio Chura Huaquisto
Procedencia : Muñani - Sorani
Institución : Escuela profesional de Ing. Agrícola
Muestra : Agua del Rio Sorani
Motivo : Trabajo de tesis
Nº de muestras : 01 muestra de agua de 1000 ml
Fecha de muestreo : 05 de Diciembre del 2012
Método de análisis : Indicadores de contaminación

2. RESULTADOS

NMP para Coliformes totales : 2100 NMP/100 ml
NMP para Coliformes fecales : 00 NMP/100 ml

3. INTERPRETACIÓN

El recuento bacteriano de Coliformes Totales de la muestra analizada, se encuentra dentro del límite permisible, no se encontró gérmenes indicadores de contaminación. El agua del Rio Sorani, presenta Buena Calidad, según la OMS, INDECOPI.

4. DICTAMEN

El agua es APTO para uso agropecuario.

Puno, C.U. 12 de Diciembre del 2012




M.Sc. EVA LAURA CHAUCA
Jefe Principal D.E. FCCBB PUNO
COLBIOP N° 905
JEFE DEL LABORATORIO

ANEXO I1:

PANEL FOTOGRÁFICO

I1 – 1: FOTOGRAFÍAS DEL ÁMBITO DE ESTUDIO (MICROCUENCA DEL RIO SORANI)



IMAGEN 01: Limite entre la micro cuenca Sorani y Mallkini.



IMAGEN 02: Reconocimiento de las áreas de cultivo.

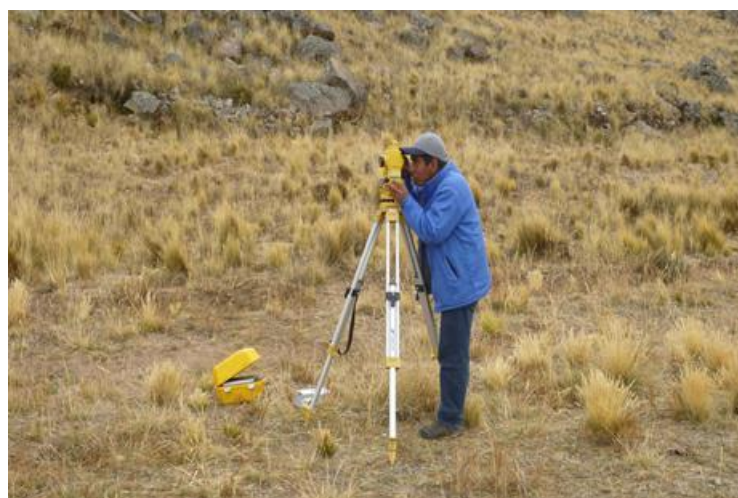


IMAGEN 03: Levantamiento topográfico de las áreas de cultivo.



IMAGEN 04: Bofedales que se encuentran en la microcuenca.

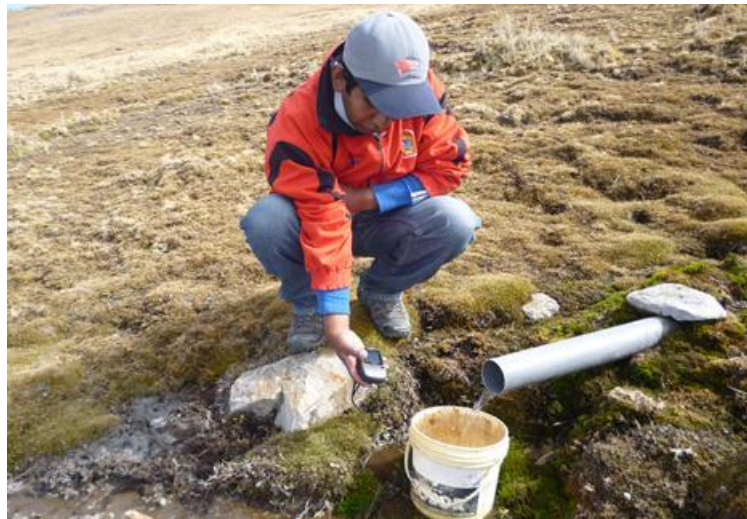


IMAGEN 05: Aforo de los ojos de agua en toda la microcuenca del río Sorani.



IMAGEN 06: Acequia existente para aprovechar el agua.



IMAGEN 07: Aforo de los ojos de agua en la parte alta de la microcuenca.



IMAGEN 08: Canales de tierra para llevar a la parcela de riego.



IMAGEN 09: Aforo del riachuelo en la microcuenca.



IMAGEN 10: Aforo del riachuelo de la microcuenca.



IMAGEN 11: Actividad agropecuaria que se desarrolla en la microcuenca.



IMAGEN 12: Actividad ganadera que se desarrolla en la microcuenca.



IMAGEN 13: Terreno preparado para el cultivo.



IMAGEN 14: Reunión en el centro poblado Sorani para realizar la encuesta.



IMAGEN 15: Entrevista con jefe de familia en el centro poblado Sorani.

ANEXO J1:

PLANOS DE LAS SUBCUENCAS.

P - 01: PLANO DE LAS SUBCUENCAS DE MALLKINI Y SORANI.

P - 02: MAPA DE COBERTURA VEGETAL

P - 03: MAPA DE LOS OJOS DE AGUA Y ÁREAS DE RIEGO.

