



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



**“ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSTALACION
DE PLANTAS CONTROLADORAS DE CAUDALES POR
ACTIVIDAD MINERA EN LA SUB CUENCA CRUCERO -
ANANEA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

ANGEL CARLOS QUISPE HUARAHUARA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2019



NOMBRE DEL TRABAJO

ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA
LA INSTALACION DE PLANTAS CONTRA
LADORAS DE CAUDALES POR ACTIVIDA
D M

AUTOR

ANGEL CARLOS QUISPE HUARAHUARA

RECuento DE PALABRAS

36727 Words

RECuento DE CARACTERES

177011 Characters

RECuento DE PÁGINAS

196 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.7MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 3, 2024 1:04 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 3, 2024 1:06 PM GMT-5

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 4% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



D.S. EDUARDO VELARDE COAQUIRA
Director Unidad de Investigación
Facultad de Ingeniería Agrícola - UNA - Puno

Edo Velarde Coaquira
D.S. ROBERTO MILLONES CHAFUQUE

Resumen



DEDICATORIA

A Dios por sobre todas las cosas por brindarme protección, fortaleza, inteligencia, sabiduría y amor durante esta vida.

Dedico a mi MADRE Augusta Huarahuara de Quispe por su interminable amor, cariño y apoyo incondicional, a mi PADRE Orestes Quispe Chambi por sus sabias enseñanzas y guiarme con su ejemplo el buen camino humilde y sabio, a mis Hermanos Hugo, Yeny y Edda.

A mi esposa Betty por su amor y compañía, al empuje por terminar este proyecto, a mis hijos Jaidy, Evans, Silvan y Emy por ser el motor y motivo de mi vida.

A mis amigos por siempre y compañeros de facultad que los llevo en mi corazón por el apoyo permanente en el trabajo por brindarme la confianza y haberme apoyado de manera incondicional durante el desarrollo profesional.

A. Carlos Q. H.



AGRADECIMIENTOS

- *A mi alma mater, la UNA – Puno, por acogerme y darme la oportunidad de formarme profesionalmente.*
- *Con eterno agradecimiento a la Facultad De Ingeniería Agrícola, decano y docentes quienes mi impartieron conocimientos para ser un ingeniero a cabalidad.*
- *A los miembros del jurado calificador: Dr. Oscar R. Mamani Luque, Dr. Roberto Alfaro Alejo, Msc. Percy A. Ginez Choque, por las sugerencias y aportes que me brindaron para la culminación del presente trabajo de investigación.*
- *Con profundo cariño, respeto y especial gratitud a mi director de Tesis Dr. Audberto Millones Chafloque, por sus orientaciones, apoyo moral y ayuda incondicional durante el desarrollo y culminación de trabajo de investigación.*

A. Carlos Q. H



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ACRÓNIMO	
RESUMEN	18
ABSTRACT.....	19
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
1.1.1. Pregunta general.....	21
1.1.2. Preguntas específicas	21
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3. HIPÓTESIS	22
1.3.1. Hipótesis general.....	22
1.3.2. Hipótesis específicas	22
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.4.1. Objetivo general	22
1.4.1. Objetivos específicos	23



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	ANTECEDENTES	24
2.1.1.	Antecedentes internacionales	24
2.1.2.	Antecedentes históricos.....	25
2.1.3.	Antecedentes legales	27
2.1.4.	Antecedentes técnicos	27
2.1.5.	Relación de la zona productiva - zona minera.	29
2.1.6.	Operación y tratamiento en la actividad minera.	30
2.1.7.	Metales pesados en los ríos Ananea – Grande.	30
2.2.	MARCO TEÓRICO	33
2.2.1.	Cuenca hidrográfica	33
2.2.2.	Hidráulica en ríos	34
2.2.3.	Caudal máximo o máximas avenidas	35
2.2.4.	Caudal de diseño.	35
2.2.4.1.	Método directo.	36
2.2.5.	Coeficiente de escorrentía (C).....	37
2.2.6.	Intensidad (I).	39
2.2.7.	Período de retorno (T).....	39
2.2.8.	Contaminación del agua.....	40
2.2.9.	Clasificación de aguas para consumo humano.....	40
2.2.10.	Efectos de la contaminación en la población por metales pesados.	41
2.2.11.	Metales pesados en suspensión.	42
2.2.12.	Metales pesados objeto de estudio.	43
2.2.13.	Procesos de amalgamación del mercurio.	48



2.2.14. Turbidez.	49
2.2.15. Coloides.....	49
2.2.16. Decantación.....	50
2.2.17. Sedimentación	50
2.2.18. Coagulación.....	50
2.2.19. Mecanismo de la coagulación	51
2.2.20. Tipos de coagulantes.	52
2.2.21. Floculación.	53
2.2.22. Tipos de floculación.	54
2.2.22.1.Floculación pericinética	54
2.2.22.2.Floculación ortocinética.	54
2.2.23. Floculantes.	54
2.2.24. Estados de suspensión en función del diámetro.	55
2.2.25. Estándares de calidad ambiental. (ECA).....	56
2.2.26. Límites máximos permisibles (LMP).....	60
2.2.27. Producción agrícola.....	61
2.2.27.1.Producción de la quinua.	62
2.2.27.2.Producción de la Cañihua y Kiwicha.	63
2.2.28. Evolución histórica de los precios de los granos andinos.	64
2.2.29. Evaluación económica y financiera de proyectos.	65
2.2.30. Valor actual neto. (VAN).....	66
FÓRMULA DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN).	67
2.2.31. Tasa interna de retorno (TIR).....	67
2.2.31.1.¿Cómo se calcula la TIR?	68
2.2.32. Criterio de selección de proyectos según la tasa interna de retorno.....	68



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES.....	70
3.2. ZONA DE ESTUDIO.....	71
3.2.1. Ubicación política	71
3.2.2. Ubicación hidrográfica del área de estudio	71
3.2.2.1. Temperatura del área de estudio.	74
3.2.3. Topografía del terreno.....	75
3.3. METODOS Y PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION POR	
 OBJETIVOS.....	77
3.3.1. Identificación de metales y turbidez en los ríos de la sub cuenca Crucero – Ananea.	77
3.3.1.1. Ubicación de las muestras del proyecto.....	78
3.3.2. Identificación de los puntos más críticos y vulnerables a la contaminación.	78
3.3.3. Técnicas de muestreo.	78
3.3.4. Análisis de varianza de los metales en los ríos Ananéa, Grande y Crucero.80	
3.3.5. Prueba estadística (ANOVA).....	83
3.3.5.1. Interpretación o regla de decisión.	84
3.3.6. Prueba estadística del contenido de metales (Época de estiaje).....	84
3.3.7. Prueba estadística del contenido de metales (Época de máximas avenidas).	95
3.3.8. Interpretación.	105



3.3.8.1. Interpretación – en épocas de estiaje.....	106
3.3.8.2. Interpretación – en épocas de máximas avenidas.	107
3.3.9. Determinación de la cantidad de estructuras en el sistema, para controlar el 100 % de volumen de agua con metales. (caudales máximos).	109
3.3.10. Determinación de 02 microcuencas para el control de caudales turbios por actividad minera.....	112
3.3.11. MICRO CUENCA 01: RÍO ANANEA.	113
3.3.11.1.Estudio hidrológico.....	113
3.3.12. Calculo para el diseño micro cuenca 01: Río Ananea.....	126
3.3.13. MICRO CUENCA 02: RÍO GRANDE (ORIENTAL).....	134
3.3.13.1.ESTUDIO HIDROLOGICO (A2).	135
3.3.14. Diseño de la planta controladora de caudales.	140
3.3.14.1.Levantamiento Topografico.....	140
3.3.14.2.Pre dimensionamiento micro Cuenca 01 (Ananea).....	141
3.3.14.3.Calculo y pre dimensionamiento: 01 floculador. (modelo)	142
3.3.15. CALCULO Y PREDIMENCIONAMIENTO DEL SEDIMENTADOR: 150	
3.3.16. EVALUACION TECNICO ECONOMICA DEL PROYECTO.	151
3.3.16.1.Cálculo del costo total de la construcción de Infraestructuras floculador y sedimentador.....	152
3.3.16.2.Costo de operación y mantenimiento de la planta.	152
3.3.16.3.Rentabilidad en la producción de granos andinos (Quinua). ..	155
3.3.16.4.Evaluación económica.	156
3.3.16.5.Calculo del valor actual neto. Del proyecto. (VAN). y tasa interna de retorno. (TIR).	156



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES Y TURBIDEZ EN LOS RÍOS DE LA SUB CUENCA CRUCERO – ANANEA.....	157
4.2. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE ESTRUCTURAS EN EL SISTEMA, PARA CONTROLAR EL 100 % DE VOLUMEN DE AGUA (CAUDALES MÁXIMOS) CON SEDIMENTOS.	161
4.3. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.	163
4.4. RESULTADO DEL COSTO Y RENTABILIDAD DE LA QUINUA.	164
4.5. DISCUSIÓN	165
V. CONCLUSIONES.....	167
VI. RECOMENDACIONES	169
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	170
ANEXOS.....	176

Área: Ingeniería y tecnología

Línea: Recursos hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 15 de noviembre de 2019



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Coeficiente de Escorrentía (C).....	38
Tabla 2 Período de Retorno - Vida Útil.	39
Tabla 3 Clasificación de las Aguas para Consumo Humano.	41
Tabla 4 Factores de Conversión Entre Unidades de Turbidez.	49
Tabla 5 Diámetro de Sedimentos – Coloides.	56
Tabla 6 ECA para el agua específicamente, en su condición de cuerpo receptor.	57
Tabla 7 Actualizaciones de la OMS; en el caso de aguas para riego de vegetales y bebidas de animales.	58
Tabla 8 Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas.	61
Tabla 9 Temperatura del Área de Estudio.	75
Tabla 10 Ubicación promedio de las muestras del proyecto.	78
Tabla 11 Datos historicos de investigacion.....	79
Tabla 12 Acopio de información : contenido de metales pesados río Ananéa- época de estiaje ó pocas lluvias.....	80
Tabla 13 Acopio de información : contenido de metales pesados río Grande - época de estiaje ó pocas lluvias.....	81
Tabla 14 Acopio de información : contenido de metales pesados río Crucero - época de estiaje o pocas lluvias.....	81
Tabla 15 Acopio de información del contenido de metales pesados en época de máximas avenidas en el Río Ananéa.	82



Tabla 16	Acopio de información del contenido de metales pesados en época de máximas avenidas en el Rio Grande.....	82
Tabla 17	Acopio de información del contenido de metales pesados en época de máximas avenidas en el Rio Crucero.....	83
Tabla 18	Contenido de Mercurio en los 3 Rios - Epoca de Estiaje	85
Tabla 19	Contenido de Arsénico en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	86
Tabla 20	Contenido de Plomo en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	87
Tabla 21	Contenido de Cadmio en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	88
Tabla 22	Contenido de Cobre en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	89
Tabla 23	Contenido de Zinc en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	91
Tabla 24	Contenido de Cromo en los 3 Rios - Epoca de Estiaje	92
Tabla 25	Contenido de Hierro en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	93
Tabla 26	Contenido de Aluminio en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.....	94
Tabla 27	Contenido de Mercurio en los 3 Rios - Epoca de Maximas	95
Tabla 28	Contenido de Arsénico en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	96
Tabla 29	Contenido de Plomo en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	97
Tabla 30	Contenido de Cadmio en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	98
Tabla 31	Contenido de Cobre en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	100
Tabla 32	Contenido de Zinc en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	101
Tabla 33	Contenido de Cromo en los 3 Rios - Epoca de Maximas	102
Tabla 34	Contenido de Hierro en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	103
Tabla 35	Contenido de Hierro en los 3 Rios - Epoca de Maximas.....	104
Tabla 36	Resultados de las medias época sin lluvias.....	105
Tabla 37	Resultados de las Medias de Máximas avenidas	106
Tabla 38	Datos de toda la sub Cuenca (Rio Ananea, Rio Grande y Rio Crucero). ..	111



Tabla 39	Datos estación pluviométrica Ananéa.....	114
Tabla 40	Estación Ananea. Precipitaciones maximas.....	115
Tabla 41	Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias	116
Tabla 42	Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias .	117
Tabla 43	Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma.....	118
Tabla 44	Calculo del Valor de "n" Tiempo de Retorno 25 Años.....	119
Tabla 45	Regresión potencial para valores de “K” y “m”	120
Tabla 46	Intensidades - Tiempo de duración de Precipitación.	121
Tabla 47	Cuadro resumen del cálculo de intensidad por tiempo (min).	122
Tabla 48	Calculo del tiempo de concentración por vaRios métodos (promedio).....	124
Tabla 49	Calculo del Coeficiente (C) promerdio.....	130
Tabla 50	Datos de la sección del Rio en máximas avenidas.....	133
Tabla 51	Calculo de velocidad:.....	133
Tabla 52	Caudal de Diseño metodo del aforo para la Microcuenca 01	134
Tabla 53	Coeficiente según uso de suelos microcuenca 02	137
Tabla 54	Calculo por diferentes métodos del Tiempo de Concentración	138
Tabla 55	Predimensionamiento del Floculador (diseño) microcuenca 01 (Ananea) Q= 15.974 M3/seg.....	149
Tabla 56	Pre dimensionamiento de floculador (diseño) microcuenca 02 (Oriental). Q= 0.98 M3/seg.....	149
Tabla 57	Costo de la Dosis del Floculante - Coagulante por Vol de Agua	153
Tabla 58	Costo por segundo de la Dosis de Floculante / Vol de Agua en las 02 Microcuencas	153



Tabla 59	Costo de la Dosis del Floculante - Coagulante Por Mes por volumen de agua.	154
Tabla 60	Calculo de los Costo de Produccion y Rentabilidad de la Quinoa.	155
Tabla 61	Resultados del VAN y TIR	156
Tabla 62	Comparación de Medias - Contenido de Metales	157
Tabla 63	Estándares de Calidad Ambiental.	158
Tabla 64	Costo mensual de tratamiento del agua.	164



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ananea, Zona de tratamiento especial y zona de recuperación.	28
Figura 2 Potencialidades y productividad en la cuenca.	29
Figura 3 Incidencia de la Pendiente en el Coeficiente de Esguerrimiento.	37
Figura 4 Mecanismo de Floculación, mediante el Atrapamiento de partículas en un precipitado, Adsorción y puente.	52
Figura 5 Perú: superficie cosechada y rendimiento de quinua, 2000 – 2017.	62
Figura 6 Perú: Superficie Cosechada y Rendimiento de Cañihua, 2000-2017.	63
Figura 7 Perú: superficie cosechada y rendimiento de kiwicha, 2000-2017.	64
Figura 8 Precio al Productor de los Granos Andinos, 2000-2017 (Soles / Kg).	65
Figura 9 Ubicación Política - Geográfica de la zona de estudio.	71
Figura 10 La Sub Cuenca Crucero – Ananea.	72
Figura 11 La Sub Cuenca Crucero – Ananea.	74
Figura 12 Topografía del Área de Estudio.	76
Figura 13 Curvas de Nivel del Área de Estudio.	76
Figura 14 Formulas estadísticas del análisis de varianza ANOVA.	84
Figura 15 Ubicación de la presa Río Grande.	110
Figura 16 Delimitación de las 02 Microcuencas Específicas de Contaminación.	113
Figura 17 Representación gráfica $t=25$ años y $n = 0.6336$	119
Figura 18 Curva IDF para un tiempo de retorno de 25 años para el Río Ananéa.	122
Figura 19 Hietograma de precipitación para un tiempo de retorno de 25 años para el Río Ananéa.	123



Figura 20	Distribucion de intensidades para un tiempo de retorno de 25 años - Rio Ananéa	123
Figura 21	Micro Cuenca 01-Rio Ananea	126
Figura 22	Longitud de río principal mediante arc gis	127
Figura 23	ReservoRios artesanales retienen el escurrimiento normal del agua.	129
Figura 24	Volumen retenido por las actividades mineras.	130
Figura 25	Medidas y seccionamiento del ríos, estiaje y maximas avenidas	132
Figura 26	Sección transversal del Rio Ananea en época de máximas(tabla 50).....	134
Figura 27	Microcuenca 02- Río Grande – Oriental.....	134
Figura 28	Influencia de la labor minera en el coef. de escorrentía	137
Figura 29	Levantamiento topográfico y procesamiento del divortium aquarum.	140
Figura 30	S-10 Valorización de la Obra.....	152
Figura 31	Muestreo contaminación por turbiedad coloidal.....	158
Figura 32	Dimensión del floculador y sedimentador (Ver: planos anexos 01).....	163



ACRÓNIMO

- LMP** : Límites Máximos Permisibles.
- ECA** : Estándares de Calidad Ambiental.
- JTU** : Una Unidad de Turbidez de Jackson es una unidad histórica que se utilizaba cuando las mediciones se realizaban visualmente con un turbidímetro de vela Jackson.
- NTU** : Unidad Nefelométrica de turbidez.
- SiO₂** : El dióxido de silicio.



RESUMEN

La investigación prevé, que la rentabilidad agrícola es afectada por la contaminación de actividades mineras en cabecera de la sub cuenca Crucero – Ananea, estas áreas de contaminación son identificadas: Ananea con un área de 24,432 hás y Oriental con 4,440 hás, estas emiten sedimentos y material fino coloidal conteniendo metales como: Hg, As, Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Fe y Al, con valores mayores a 35 ppm, turbidez mayor a 800 NTU, determinando la zona de mayor impacto en el río Ananea ($Q_{\text{máx}} = 86.98 \text{ m}^3/\text{s}$) y en el río Grande ($Q_{\text{máx}} = 15.67 \text{ m}^3/\text{s}$) por lo tanto para reducir la contaminación se plantea la instalación de 02 plantas controladora de caudales, con el objetivo de recuperar las aguas para consumo y riego, resultando emplazar 105 estructuras sedimentadores y floculadores biodegradables para ambos ríos, logrando una separación de sedimentos y coloides al 95 % en forma de lodos, El costo de construcción asciende a 15.4 millones de soles (4 millones de dólares) y los costos de operación y mantenimiento de la planta es de 4,592 millones de soles al año (1,200 millones de dólares), logrando recuperar 1,413 MM³ de agua potable y para cultivo, en 15,840 hás de terreno recuperados para cultivo y crianza de ganado, la investigación permite evaluar técnica y económicamente los costos del proyecto como son: estudios, construcción, operación y mantenimiento del sistema, así comprobar, si estos costos son cubiertos por la rentabilidad de la producción agrícola, por lo tanto aplicando estos indicadores económicos mediante la TIR y VAN, resulta no ser factible cubrir estos costos con recursos del estado, ni rentable con la producción agrícola, se recomienda efectuar estudios en función a las utilidades y rentabilidad de los trabajos mineros.

Palabras claves: minerales, contaminación, coloides, floculación, rentabilidad.



ABSTRACT

The research predicts that agricultural profitability is affected by contamination from mining activities at the head of the Crucero – Ananea sub-basin. These areas of contamination are identified: Ananea with an area of 24,432 hectares and Oriental with 4,440 hectares, these emit sediments and fine colloidal material containing metals such as: Hg, As, Pb, Cd, Cu, Zn, Cr, Fe and Al, with values greater than 35 ppm, turbidity greater than 800 NTU, determining the area of greatest impact in the Ananea River ($Q_{max} = 86.98 \text{ m}^3/\text{s}$) and in the Río Grande ($Q_{max} = 15.67 \text{ m}^3/\text{s}$) therefore, to reduce pollution, the installation of 02 flow control plants is proposed, with the objective of recovering water for consumption and irrigation, resulting place 105 biodegradable sedimentation and flocculator structures for both rivers, achieving a 95% separation of sediments and colloids in the form of sludge. The construction cost amounts to 15.4 million soles (4 million dollars) and the operation and maintenance costs of The plant costs 4,592 million soles per year (1,200 million dollars), managing to recover 1,413 MM³ of drinking water and for cultivation, in 15,840 hectares of land recovered for cultivation and raising livestock. The research allows for the technical and economic evaluation of the costs. of the project such as: studies, construction, operation and maintenance of the system, thus verifying whether these costs are covered by the profitability of agricultural production, therefore applying these economic indicators through the IRR and NPV, it turns out to be not feasible to cover these costs with state resources, nor profitable with agricultural production, it is recommended to carry out studies based on the profits and profitability of mining work.

Keywords: minerals, contamination, colloids, flocculation, profitabiLy.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Un problema regional importante de contaminación es la degradación del río Rámis (agua y suelo), esto parte de las diferentes actividades mineras en la cabecera de la sub cuenca Crucero - Ananea, afectando la calidad de vida y producción agrícola aguas abajo (economía – ambiente), hasta ahora no habiendo Resultados concretos para la solución, para ello es necesario potenciar los estudios de investigación y lograr el tratamiento y descontaminación principalmente de las aguas residuales generadas por los lavaderos; estas aguas del río poseen una alta concentración de sólidos totales en suspensión (STS -COLOIDES), lo que genera la turbidez. (Comisión multisectorial para la prevención y recuperación ambiental del lago Titicaca y sus afluentes,2014)

Durante la actividad minera, algunas cooperativas reutilizan el agua, pero sin ningún tratamiento en las pozas de sedimentación, principalmente los COLOIDES tomando más tiempo en sedimentar, incluso años y otros se mantienen suspendidos, la actividad minera solo ha generado beneficio económico a pocos y perjudicando a muchos agricultores aguas abajo.

Es necesario plantear la solución desde la cabecera de cuenca, con estructuras físicas diseñadas para el control de sedimentos de las aguas residuales que contienen metales pesados que pueden ser controlados en las salidas del tributario es decir en los ríos Ananea y Grande.

Para dar solución a este problema nos planteamos las siguientes interrogantes:



1.1.1. Pregunta general

¿Con el estudio de la instalación de plantas floculadoras para lograr la rentabilidad de producción agrícola se demostrará la factibilidad técnica económica del proyecto en la sub cuenca Crucero - Ananea?

1.1.2. Preguntas específicas

¿Dónde está la mayor concentración y qué tipo de metales (sedimentos y coloides) se controlarán en las plantas?

¿Cuántas plantas controladoras serán necesarias y Cuánto de agua recuperan o controlan?

¿será rentable la producción agrícola en relación al costo de construcción, gastos de operación y mantenimiento de la planta?

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El agua tiene un valor económico, social y ambiental entonces es un derecho como una responsabilidad cuidar e investigar, actualmente en nuestra región y el país, es vital su conservación, muchos proyectos de inversión y de investigación hasta la fecha no tienen Resultados concretos por lo que es necesario ser prácticos y desarrollar metodologías comprobadas para su ejecución.

La contaminación por el trabajo de maquinaria pesada en esta parte de cabecera de la sub cuenca de Crucero – Ananea conformada por los ríos Ananea, Grande y Crucero, a pesar de su importancia, este es incontrolable por parte de la policía ambiental, se vio en los últimos operativos que duran solo meses y vuelven los operadores mineros, el presente trabajo de investigación busca generar y proporcionar información planteando



obras concretas para su control de los metales y sedimentos (coloides) en la cabecera de la sub cuenca.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis general

Ho= Con la instalación de plantas flocladores en la cabecera de cuenca, se incrementará la rentabilidad agrícola con la recuperación de ríos y suelos, demostrando su factibilidad con la evaluando técnica - económica en la sub cuenca Crucero-Ananea.

1.3.2. Hipótesis específicas

La mayor concentración de metales (sedimentos y coloides), está en la cabecera de la sub cuenca Crucero – Ananea.

Solo una planta controladora de caudales será necesario para controlar el 100 % de metales (sedimentos y coloides), recuperando el 100 % del volumen de agua.

Con las plantas controladoras, La producción agrícola es rentable y cubre el costo de construcción, operación y mantenimiento de la planta.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Evaluar técnica y económicamente la rentabilidad agrícola, logrando recuperar ríos y suelos con la instalación de una planta controladora de caudales con metales (sedimentos y coloides) en la sub cuenca Crucero – Ananea.



1.4.1. Objetivos específicos

Identificar donde es la mayor concentración de metales y turbidez en los ríos de la sub cuenca Crucero – Ananea.

Determinar la cantidad de estructuras en el sistema, para controlar el 100 % de volumen de agua (caudales máximos) con sedimentos.

Evaluar si los costos de construcción, operación y mantenimiento del sistema de control de caudales con sedimentos son cubiertos por la rentabilidad agrícola en suelos y agua recuperados.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes internacionales

Förstner, (2004) concluye respecto al manejo y remediación de sedimentos fluviales contaminados, ya sea en el lugar o excavados, una caracterización química y biológica del material, del sitio (de disposición) y de los procesos a largo plazo es crucial. Las técnicas pasivas (por ejemplo, estabilización in situ, taponado subacuático) proporcionan ventajas económicas ya que no hay costos de operación después de su instalación. Sin embargo, el éxito de estos enfoques de ingeniería ecológica y geoquímica se basa principalmente en un conocimiento profundo de los procesos subyacentes.

Chai et al., (2017) con un análisis del coeficiente de correlación de Pearson (PCC), análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de conglomerados jerárquicos (HCA) indicaron que los diez metales pesados y metaloides en los sedimentos de muestreo del río Xiangjiang se clasificaron en tres grupos: (1) Cd, Pb, Zn y Cu que posiblemente se originaron en Shuikoushan, Xiawan y Yijiawan agrupando las industrias de minería y fundición de Pb-Zn; (2) Co, V, Ni, Cr y Al de recursos naturales; y (3) Mn y As. Por lo tanto, sus Resultados sugieren que las actividades antropogénicas, especialmente la minería y la fundición, han causado una contaminación severa de Cd, Pb, Zn y Cu y plantean un riesgo ecológico potencial muy alto en el río Xiangjiang.



Bangalore Ashok et al., (2018) estudiaron la viabilidad técnico-económica de un proceso ecológico y ambientalmente sostenible para la fabricación rentable a gran escala de partículas de lignina coloidal. El proceso implica la formación instantánea de partículas de lignina coloidal (CLP) mediante el auto ensamblaje cuando se introduce una solución concentrada de lignina en tetrahidrofurano (THF) y etanol en agua. Consideró un requisito de rentabilidad mínima del 10% para el análisis tecno económico y la tasa interna de retorno (TIR) se calcula en un 17% haciendo viable y rentable el proceso.

Song et al., (2017) proporcionan una revisión integral con una perspectiva ambiental sobre los métodos de evaluación para evaluar la efectividad de la remediación in situ de suelos y sedimentos contaminados con contaminantes orgánicos y metales pesados. La revisión resume sistemáticamente las exploraciones e intentos recientes de evaluación de la eficacia de la remediación en función del contenido de contaminantes, las características del suelo y los sedimentos y los riesgos ecológicos. Además, se discuten las limitaciones y futuras necesidades de investigación de la evaluación práctica. Estas limitaciones no conducen a la implementación de los programas de reducción y control de la contaminación del suelo y los sedimentos. Por lo tanto, se debe prestar más atención a los métodos de evaluación para evaluar la efectividad de la remediación mientras se desarrollan nuevas tecnologías de remediación in situ en investigaciones futuras.

2.1.2. Antecedentes históricos

Sarango D., Rozas G., Salvador B., Velásquez T., Sullca J., Mansilla J., (2012) A partir del año 2,000 se viene realizando intensivamente la explotación



de oro por las cooperativas, las empresas mineras y las asociaciones clandestinas que desarrollan minería informal en la cuenca alta del río Grande, distrito de Ananea, Puno. Estas actividades producen residuos y desechos mineros que se sedimentan y generan impactos ambientales negativos. Una forma de remediar estos impactos se produce mediante la construcción de una presa para almacenar y retener estos sedimentos. En este sentido, para poder diseñar la presa y determinar los volúmenes de sedimentos a ser almacenados, es necesario determinar una serie de caudales medios mensuales en el sitio del eje de la presa. En la cuenca alta del río Grande no se cuenta con estaciones hidrométricas o hidrográficas que permitan medir el aporte hídrico de la cuenca, pero la precipitación ocurrida es medida en la estación climatológica de Ananea.

CCM - Cuenca del Río Ramis, (2007) En fecha 6 de julio del año 2007, mediante Resolución Ministerial N°192- 2007-PCM se crea la Comisión Multisectorial del Río Rámis presidida por el MINEM, con la finalidad de coordinar y efectuar el seguimiento de las acciones a Corto y Mediano plazo del Plan de Acción aprobado mediante Decreto Supremo N° 034-2007-EM. En esta Comisión identifico, la necesidad de la ejecución de la obra de la presa Rámis, y quedo a cargo del MINAM la elaboración de los Estudios de Pre inversión.

GRP. (2011) El 7 de octubre del año 2011, Se termina formulación a nivel de perfil el estudio de Pre Inversión: “Disminución de la Contaminación Minera en la Cuenca Media y Baja del Río Grande-Región Puno, Uf: Dgaam / Ue: Gr Puno”. Esta obra comprende a los distritos de Ananea, Cuyocuyo, Putina, Crucero y Potoni de las provincias de Azángaro, Carabaya, Sandía y San Antonio ele



Putina, de la Región Puno. Al respecto es menester señalar que desde tal fecha queda paralizado las acciones.

2.1.3. Antecedentes legales

Ley N° 28611, “Ley General del Ambiente” del 15/10/2005.

Esta norma sistematiza adecuadamente las normativas y establece deberes, derechos y principios fundamentales de protección al medio ambiente, tales como:

- 1) Que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente saludable.
- 3) A la participación en la gestión ambiental.
- 4) Acceso a la justicia ambiental.
- 5) Principio de sostenibilidad.
- 6) De prevención.
- 7) Principio precautorio.
- 9) De responsabilidad ambiental.
- 10) Principio de equidad.
- 11) de gobernanza ambiental. Asimismo, enumera y conceptualiza todos los instrumentos de gestión ambiental existentes en el país.

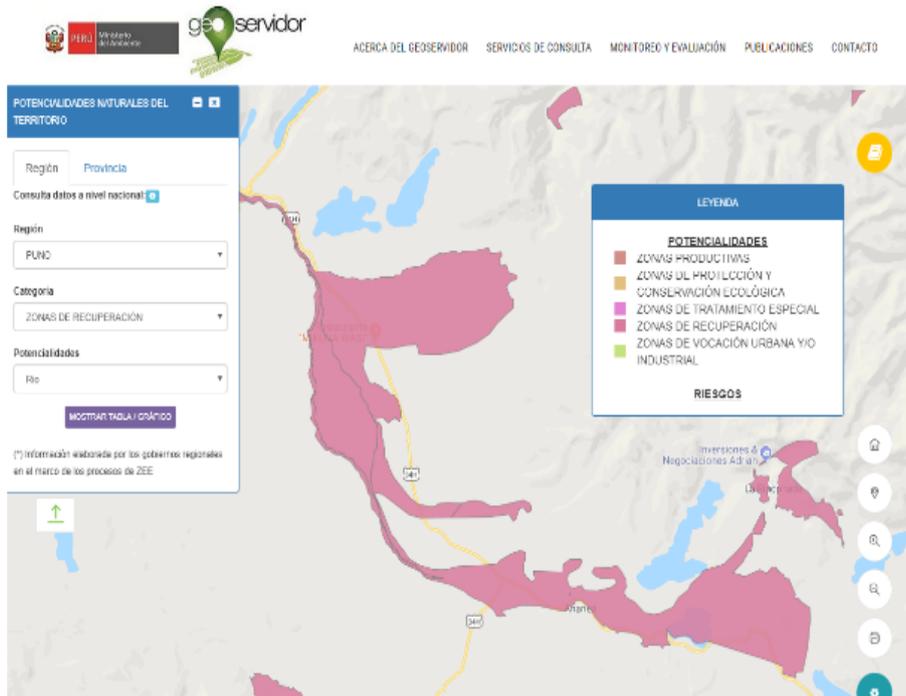
2.1.4. Antecedentes técnicos

MINAM, (2019) Según el ministerio del medio ambiente mediante el geo servidor, como se muestra en la página siguiente, la figura 01: la zona de la cabecera de la sub cuenca Ananea - Crucero está considerada como zona de tratamiento especial y zona de recuperación.

Así mismo se puede observar en la figura 02: La zona sur desde el límite del río que divide las provincias son declaradas como zonas productivas.

Figura 1

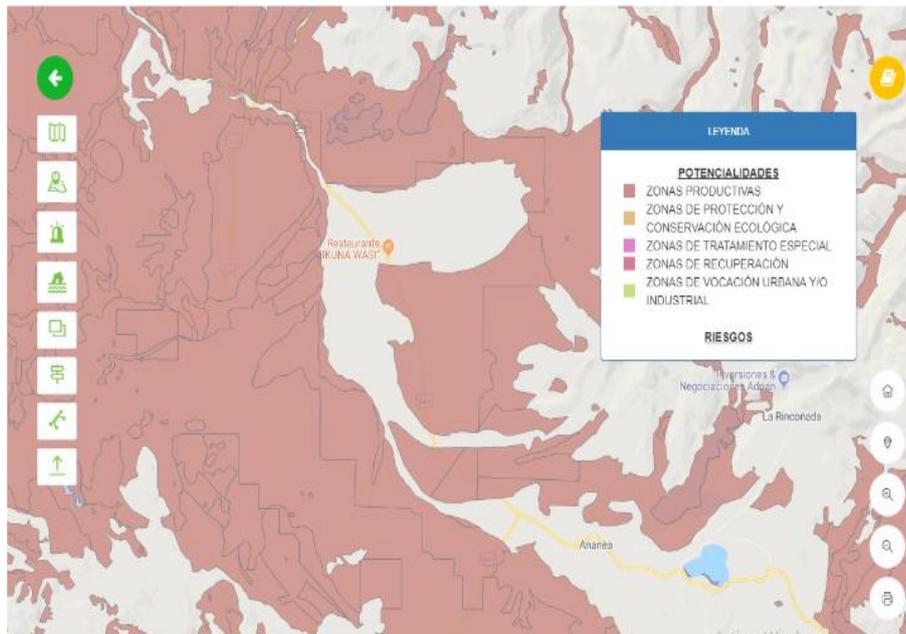
Ananea, Zona de tratamiento especial y zona de recuperación.



Fuente: Geo Servidor- MINAM

Figura 2

Potencialidades y productividad en la cuenca.



Fuente: Geo Servidor- MINAM.

2.1.5. Relación de la zona productiva - zona minera.

INGEMMET, (2008) Los reportes más recientes indican que la zona de Ananea existen aproximadamente 2,500 operadores mineros que movilizan cada día 45,000 m³ de material morrénico, mientras que los niveles de producción de oro superan las estimaciones conservadoras que regían hasta la fecha.

Los indicadores importantes que dan caracterización a la situación actual de las condiciones en que se encuentra el río Ananea lo constituyen las tierras de cultivo contaminadas e infértiles, ... en su cauce arrastran ingentes cantidades de sustancias químicas producto de las actividades mineras en todo el área de estudio... Ananea es conocido como el más Grande centro minero de la región puno por albergar a casi 50,000 personas y existen 2 sistemas de extracción de oro una que Es absolutamente informal y que nadie sabe cómo y por qué opera.



2.1.6. Operación y tratamiento en la actividad minera.

MINAM, (2017) Los lavaderos mineros de oro aluvial, es decir el mineral mezclado en la tierra y depositados durante miles de años, para su extracción la gente al margen de la legislación peruana vigente viene movilizand o maquinarias como son cargadores frontales volquetes y motobombas para el lavado de este oro, este tipo de minería es contaminante por que ensucia el agua y ocasionando daños ambientales, Una parte Se abastecen con agua de la laguna Sillacunca en base a motobombas.

En este proceso si se usa el llamado Mercurio La mezcla del concentrado con el hg se denomina amalgamación que es recuperado en un 60-80 % en promedio, pero del 20 % se va al ambiente en forma de gas por el quemado en el proceso de separación del oro con el Mercurio...

Entonces falsamente se viene culpando la contaminación del río Rámis por la minería en los socavones Rinconada ... No se mide el uso del agua en volumen y calidad.

2.1.7. Metales pesados en los ríos Ananea – Grande.

Salas, F., (2014) en su estudio sobre la determinación de metales pesados en las aguas del río Ananea debido a la actividad minera, tuvo como objetivo determinar los niveles de Arsénico, Cadmio, Cobre, Cromo, Mercurio, Plomo y Zinc, donde se programaron tres campañas de muestreo, realizados en los meses de marzo, junio y agosto (período de estiaje). Las concentraciones de los metales pesados se determinaron por espectrometría de absorción atómica, por la técnica del ICP (Inductively Coupled Plasma) EPA: 200.8. Los Resultados mostraron que las concentraciones de Arsénico, Cobre, Cromo, Plomo y Zinc, por encima de los



límites máximos permisibles y para metales como Cadmio y Mercurio resultaron valores por debajo de los límites máximos permisibles. Las descargas de agua de la actividad minera aurífera.

PELT, (1999) realizó investigaciones referidas a la contaminación del Lago Titicaca y sus afluentes, encontrando como resultado para la Sub cuenca del río Rámis (puente Samán), en muestras de aguas para los elementos pesados, con las siguientes concentraciones: As=12.54 mg/L; Cd=0.24 mg/L; Cr=5.41 mg/L; Ni=2.61 mg/L; Pb=0.99 mg/L, Hg=0.51 mg/L; los cuáles superan los límites máximos permisibles.

En el Estudio de los Niveles de Contaminación por Metales Pesados en la Zona de Ananea de la Cuenca del Río Rámis, concluye, que los metales analizados (Cd y Hg), se encuentran en todos los puntos de muestreo por debajo de los Límites Máximos Permisibles estipulados en la Legislación vigente para aguas superficiales; mientras que los metales pesados de (As, Cu, Cr, Zn y Pb), se encuentran en todos los puntos de muestreo y en los meses de estiaje, por encima de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 010-2010-MINEM; y conforme a las muestras enviados a los dos laboratorios de Bolivia y del Perú, existe concentración de metales pesados en los meses de estiaje, puesto que no hay presencia de lluvias y carecen de mayor dilución en estos meses.

Salas, F., (2014) Además, señalar, que la contaminación por metales pesados como (As, Cu, Cr, Zn y Pb), en los meses de estiaje, no solo contamina el agua, sino también el suelo y las aguas subterráneas cercanas al río en estudio.

En el marco de sus competencias estipulados en la Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos” y en el desarrollo de actividades de monitoreo de la calidad



del agua superficial en la subcuenca Ananea, Crucero – Azángaro (río Lunar de ro, laguna Lunar de Oro y laguna Sillacunca, hasta el río Crucero), en cuyo diagnóstico de 2011 a 2014, se advierte que:

- Los cuerpos de agua ubicados en la subcuenca Ananea, Crucero – Azángaro (río Lunar de ro, laguna Lunar de Oro y laguna Sillacunca, hasta el río Crucero), se encuentran afectados por presencia de metales pesados (Cu, Ni, Pb, Zn, Cd, As, Fe y Mn) materia orgánica (DBO5), nitrógeno amoniacal (NNH3), Coliformes termo tolerantes; así mismo se ha observado que las aguas son de naturaleza básica.
- El agua de los cuerpos naturales que se ubican en la naciente de la subcuenca Ananea-Crucero-Azángaro, todos son de carácter ácido, a excepción de la laguna Casa Blanca. La mayoría de estos cuerpos de agua, contienen metales pesados como Arsénico, Cadmio y Cobre (río Lunar de Oro y Laguna Sillacunca), así como también níquel, Plomo y Zinc (Nevado Riticucho, río Lunar de Oro, lagunas Rinconada y Sillacunca) que superan los valores de los ECA-agua de la categoría 4 "Conservación del ambiente acuático" con que se evalúa. Esto debido a la disposición de los efluentes sin tratar generados por la actividad minería informal instalada en la zona.
- En la naciente, la calidad del agua del río Grande se encuentra afectado por aluminio, hierro y manganeso. El río continúa su curso y al pasar por la ciudad de Crucero, en el punto RCruc1 (aguas arriba del puente Crucero) el agua alterado hierro y manganeso; pero aguas abajo en los puntos RCruc2 y RCruc4 solamente el hierro es el que supera ligeramente el valor del ECA-agua de la Categoría 3.



Mientras que en el río Grande supera ligeramente el Hierro, en la trayectoria del río categoría principal de la subcuenca Ananea-Crucero-Azángaro se realizaron seis (06) muestreos de sedimentos para evaluar su calidad. Los Resultados indican que en RCruc1 del río Crucero y (P4) de la quebrada Chogñacota contienen concentraciones de As, Cd, Cu (a excepción del punto RCruc1), Pb y Zn que superan los valores LMP. En los otros puntos restantes (RGran2, RAZan1 RRami1 y RRami2, se observó que los sedimentos de estos puntos contienen concentraciones de As y Cd que superaron los valores de la norma referencial.

A.N.A., (2018) El agua de los cuerpos naturales que se ubican en la naciente de la cuenca Crucero, todos son de carácter ácido. El agua de deshielo del Nevado Riticucho, laguna Sillacunca y río Lunar de Oro, contienen concentraciones de metales pesados como Arsénico, cadmio, cobre, níquel, Plomo y Zinc que superan los valores de los ECA-agua de la categoría 4 "Conservación del ambiente acuático" con que se evalúa. En la laguna Casablanca solo superaron los coliformes termo tolerantes, mientras que en la laguna Rinconada el nitrógeno amoniacal, níquel, Plomo y Zinc exceden los valores de los ECA agua de la categoría 4.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Cuenca hidrográfica

“...es una depresión en el terreno, rodeada por terrenos más altos, en la cual converge el agua proveniente de precipitaciones o deshielo. Así el agua que alcanza las cuencas hidrográficas desemboca en un mar, río, laguna, océano u otro cuerpo de agua. En pocas palabras, las cuencas hidrográficas constituyen



un sistema natural de drenaje del agua y un conjunto de cuencas hidrográficas que desembocan en un mismo lugar se denomina vertiente hidrográfica.

Ahora bien, con respecto a cómo se forman las cuencas hidrográficas, las mismas se relacionan con el ciclo del agua. Durante las precipitaciones, el agua pluvial puede evaporarse, infiltrarse en el terreno o circular pendiente abajo a través de las cuencas, lo mismo sucede con el agua proveniente de deshielo. Cuando la depresión de la cuenca es lo suficientemente Grande, se puede originar una corriente de agua permanente, alimentada tanto por corrientes superficiales (precipitaciones, deshielos y ríos) como por corrientes subterráneas, conformándose así una cuenca hidrográfica (Bordino, 2021); (Gonzales y Alejo, 2008)

Esta unidad territorial constituye un sistema ambiental integrado por factores naturales, socioculturales y económicos, dinámicos e interrelacionados entre sí, los cuales operan dentro y fuera de la misma cuenca. “... desde el punto de vista económico las cuencas se consideran un proceso productivo” (Hernández, 1987).

2.2.2. Hidráulica en ríos

... “un río puede definirse como un sistema de canales naturales (cursos de agua) por medio de los cuales se descarga el agua de la cuenca” (Rocha, 2011).

“...los ríos representan el resultado de la concentración de los escurrimientos superficiales en cauces generalmente formados por la misma acción del agua, se forman de aguas superficiales provenientes de las lluvias y de la fusión del hielo de las montañas y de la afluencia de las aguas subterráneas”



(Sviatoslav 2002). Los ríos y los ecosistemas terrestres que componen la cuenca vertiente mantienen numerosas interrelaciones, por tanto, los peces, la vida silvestre, las plantas y los seres humanos que utilizan viven en, o simplemente visitan el ancho ripario, son elementos claves a considerar en el estudio de los ríos (Alfaro, 2011).

2.2.3. Caudal máximo o máximas avenidas

... La importancia del análisis de las crecidas obedece a la necesidad de definir las magnitudes de éstas para determinar finalmente el caudal de diseño necesario para que el ingeniero plantee las soluciones adecuadas a problemas como los sistemas de protección contra crecientes, se trata de proyectos de obras que protejan contra los daños que puedan ocasionar las inundaciones, la erosión por las fuertes correntadas, etc., en las poblaciones, en las áreas cultivadas, vías de comunicación, etc., (Chavez, 1994).

2.2.4. Caudal de diseño.

...Plantea que, para estimar las descargas máximas, se han desarrollado varios métodos:

a) Formulas empíricas; que predicen las descargas en función de algunas características como: precipitación, área, frecuencia de crecida, características fisiográficas y otros.

b) Métodos Analíticos; que relaciona la información histórica para establecer por ejemplo cursos de lluvias máximas probables, histogramas unitarios, etc.



c) **Métodos Estadísticos**; expresan las descargas probables en función de la distribución de frecuencias de los valores, que son aplicados a problemas hidrológicos, así tenemos distribuciones tipo: Pearson, Gumbel, Log normal de II Parámetros, Log Normal de III Parámetros, etc., el uso de cada uno de ellos depende de la forma como están presentados los datos (Monsalve, 1995).

2.2.4.1. Método directo.

(a) Método racional.

Este método continúa siendo uno de los más utilizados mundialmente para el diseño de sistemas de drenaje. A pesar de su simplicidad de uso es necesario tener presente sus restricciones y aplicar correctamente la metodología. En cuencas con importantes contrastes geomorfológicos y de suelos, vegetación o impermeabilidad, es posible obtener caudales menores para la totalidad de la cuenca que para fracciones de la misma (Alonso, 1995)

$$Q = C \cdot I \cdot A / 3$$

Dónde:

Q = Caudal máximo, en (m³/s).

C = Coeficiente de escorrentía, que depende de la cobertura vegetal, la pendiente y el tipo de suelo, sin dimensiones. (valores en la tabla N°01)

I = Intensidad máxima de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración, y para un período de retorno dado, en (mm/hr.)

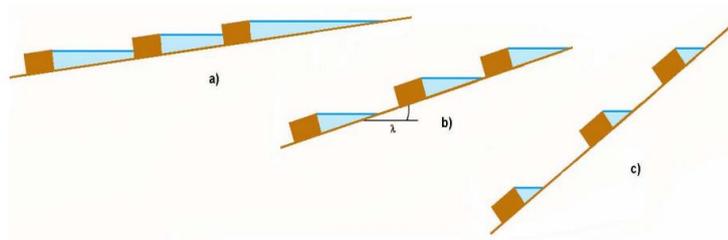
A = área de la cuenca, en (has).

2.2.5. Coeficiente de escorrentía (C).

La pendiente aumenta el coeficiente de escorrentía, pues una misma micro topografía embalsa más agua en terrenos tendidos que en los terrenos empinados por la pendiente (como se aprecia en la figura 3). A su vez, al aumentar la escorrentía superficial, crece la erosión hídrica, que lima el micro relieve del terreno, alisando la ladera y reduciendo las micro depresiones. Ambos motivos explican la dependencia del coeficiente de escorrentía (C) de la pendiente. Conviene añadir, que los dos efectos señalados no inciden en superficies prácticamente lisas (tejados, zonas asfaltadas etc.), de manera que en tales superficies no cabe esperar la dependencia (Villón B. 2013; Ponce, 1989)

Figura 3

Incidencia de la Pendiente en el Coeficiente de Escurrimiento.



Fuente: Villón B. 2013.

En la [tabla 01](#) se puede observar los diferentes valores que se debe asumir de acuerdo a las características del terreno.



Tabla 1

Coefficiente de Escorrentía (C)

CARACTERÍSTICA DE LA SUPERFICIE	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75 % del área)							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
ÁREAS NO DESARROLLADAS							
Área de cultivos							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
Pastizales							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
Bosques							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: USDA-SCS.

2.2.6. Intensidad (I).

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h o Pulg/H). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia. Comúnmente se utiliza la intensidad promedio (Chow, 1994).

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

Donde:

t= es la duración dada usualmente en horas. La frecuencia se expresa en función del período de retorno, T, que es el intervalo de tiempo promedio entre eventos de precipitación que igualan o exceden la magnitud de diseño

2.2.7. Período de retorno (T)

El período de retorno T o período de ocurrencias de una inundación (o tiempo de recurrencia) se define, como el tiempo medio, en años, en que esta inundación es igualado o superado por lo menos una vez, como se observa en la tabla 2 (Villela, S.M. y Mattos, A., 1975).

Tabla 2

Período de Retorno - Vida Útil.

Periodo de Retorno Medio	Descripción
5 a 10 años	Para el dimensionamiento de obras de protección de canteras, trabajos en cursos de aguas, derivaciones, etc.
10 a 20 años	Para el dimensionamiento de desagües pluviales en zonas urbanas.



20 a 50 años	Para el dimensionamiento de obras de defensa contra avenidas, según la importancia de la zona y de los centros poblados existentes.
50 a 200 años	Para el dimensionamiento de obras de defensa contra avenidas, según la importancia de la zona y de los centros poblados existentes.
100 a 250 años	Para el dimensionamiento de las descargas de obras de represamiento en concreto, de modestas dimensiones ubicadas sobre zonas pocos poblados.

Fuente: Giraldo A. - UNALM 1982.

2.2.8. Contaminación del agua

Contaminación del agua debe considerarse como las modificaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, que pueden hacer perder a ésta su potabilidad para el consumo diario o su utilización para actividades domésticas, industriales, agrícolas, etc., como asimismo los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente (polución térmica) (O.M.S., 2016)

...se entiende por contaminación del medio hídrico o contaminación del agua a la acción o al efecto de introducir materiales o inducir condiciones sobre el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación a sus usos posteriores o sus servicios ambientales (Bermúdez, 2010).

2.2.9. Clasificación de aguas para consumo humano

Las aguas se clasifican en cuatro grupos como muestra en la tabla 03, según su calidad o aptitud para el consumo humano. Para hacer esta clasificación se usan unos 20 parámetros de los que los más importantes son: Demanda Química de



Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Amonio (NH₄⁺), NTK (Nitrógeno Total Kjeldahl), conductividad eléctrica (medida de la salinidad), Cl⁻, CN⁻, recuentos microbiológicos y algunos metales pesados (Fe⁺⁺, Fe³⁺, Cu⁺, Cu⁺⁺, Cr⁺⁺, Cr³⁺, Cr⁶⁺).

Tabla 3

Clasificación de las Aguas para Consumo Humano.

Clasificación de las Aguas para Consumo Humano	
A1	Aguas potabilizables con un tratamiento físico simple, como filtración rápida y desinfección.
A2	Aguas potabilizables con un tratamiento físico-químico normal, como pre cloración, floculación, decantación, filtración y desinfección.
A3	Aguas potabilizables con un tratamiento adicional a la A2, tales como ozonización o carbón activo.
A4	Aguas no utilizables para el suministro de agua potable, salvo en casos excepcionales, y con un tratamiento intensivo.

Fuente: legislación española en el R. D. 927/1988 de 29 de julio

2.2.10. Efectos de la contaminación en la población por metales pesados.

... los metales pesados son sustancias propias de la naturaleza de peso molecular alto, muy difundidos y en muchos casos muy útiles, como, por ejemplo, el Plomo que se utiliza mucho para tubería, y el cadmio. Hablando ya de la contaminación, los metales pesados tienen efectos en la salud y afectan diferentes órganos. (Romero, 2009)

... son aquellos elementos cuya densidad es mayor a 5 g/cm³, y para la mayoría de los organismos es extremadamente toxica la exposición a un exceso de metales pesados como el Cd, Hg, Cr, Ni y Pb. aunque a efectos prácticos en estudios medioambientales se amplía esta definición a todos aquellos elementos metálicos o metaloides, de mayor o menor densidad, que aparecen comúnmente asociados a problemas de contaminación Algunos de ellos son esenciales para los



organismos en pequeñas cantidades, como el Fe, Mn, Zn, B, Co, As, V, Cu, Ni o Mo, y se vuelven nocivos cuando se presentan en concentraciones elevadas, mientras que otros no desempeñan ninguna función biológica y resultan altamente tóxicos, como el Cd, Hg o el Pb (Cervantes y Moreno , 2010).

2.2.11. Metales pesados en suspensión.

- a) Origen natural:** El contenido en elementos metálicos de un suelo libre de interferencias humanas, depende en primer grado de las acciones basales de metales pesados en los sistemas fluviales (Förstner, 1981).
- b) Origen antropogénico:** Se entiende por contaminación de origen antropogénico, la procedente de la intervención humana en el ciclo biogeoquímico de los metales pesados. El uso de los metales pesados ha ido aumentando paralelamente al desarrollo industrial y tecnológico. Actualmente es difícil encontrar una actividad industrial o un producto manufacturado en los que no intervenga algún metal pesado. Si bien, la tendencia, aunque lenta, es sustituir progresivamente en la industria, algunos metales pesados potencialmente tóxicos por otros materiales más inocuos (Förstner y Wittmann, 1981).
- c) Origen minero.** - En nuestra zona de estudio la minería es de tipo metálico, existen explotaciones mineras de oro nativo, que se sitúan en la Cordillera Oriental de mineralización primaria, lugar donde nace la cuenca del río Rámis. Los desechos líquidos de estas actividades, salmueras, tienen importantes concentraciones de metales pesados (MEM, 1998).



2.2.12. Metales pesados objeto de estudio.

(a) Mercurio (Hg).

El Mercurio no es un elemento esencial para la vida, sin embargo, siempre ha estado presente en la naturaleza en concentraciones a que los seres vivos están adaptados. Sus fuentes naturales son el vulcanismo, la desgasificación de la corteza terrestre, la erosión y la disolución de los minerales de las rocas debido a la penetración del agua a través de estas por tiempo muy prolongado. Las fuentes antropogénicas son la minería, el uso industrial y la agrícola (Patra & Sharma A., 2000).

Es de color gris claro, como plateado y bastante brillante. Es el único metal líquido a temperatura ambiente. Es además muy volátil. Es buen conductor de la electricidad, y tiene un elevado coeficiente de dilatación térmica. Su resistividad es de $0,957 \text{ } \mu\Omega/\text{m}$, pero a $-268,88^\circ$ desaparece súbitamente su resistencia. Si es sometido a una presión de 7.640 atmósferas (5.800.000 mm Hg.) se transforma en sólido, habiéndose elegido esta presión como medida tipo para presiones extremadamente altas (Peris, 2006).

Riesgos:

Este mercurio procede de actividades humanas, como minería, fundición, combustión de residuos sólidos, fertilizantes para la agricultura y los vertidos de aguas residuales. El valor establecido de mercurio en las ECA de agua, para la bebida de animales es de $0,01\text{mg/L}$, este valor lo establece la FAO, Dado que los niveles sin peligro dependen de muchos factores, entre los cuales se encuentra el consumo diario de agua por el animal (Gonzalo, 2010 y Patra & Sharma, 2000).



(b) Arsénico (As).

Es un metaloide de color gris plateado, brillante, quebradizo y amorfo, de olor aliáceo, que en contacto con el aire húmedo se oxida fácilmente formando Trióxido de Arsénico o Anhídrido Arsenioso o Arsénico blanco. Se obtiene habitualmente en forma de trióxido de As., como producto secundario en la industria del cobre, Plomo, cinc, estaño y oro, ya que se encuentra como impureza de muchos metales (Patra & Sharma A., 2000).

Riesgos:

Debido a su toxicidad, el arsénico es también un importante contaminador de cultivos, aunque es absorbido por las plantas en concentraciones menores a la de sus suelos. Para el ganado, sus síntomas son animales deprimidos, sin apetito, débiles y torpes, con temblores, convulsiones, diarreas y gastroenteritis. según distintos autores se estima de 0,15 a 0,30 mg/L, pero aún con estas concentraciones se pueden producir intoxicaciones crónicas (O'Neill, 1995).

(c) Plomo (Pb).

Es un metal pesado (densidad relativa, o gravedad específica, de 11.4 a 16°C (61°F)), de color azulado, que se empaña para adquirir un color gris mate. Es flexible, inelástico, se funde con facilidad, se funde a 327.4°C (621.3°F) y hierve a 1725°C (3164°F). Las valencias químicas normales son 2 y 4. Es relativamente resistente al ataque de los ácidos sulfúrico y clorhídrico. Pero se disuelve con lentitud en ácido nítrico. El Plomo es anfótero, ya que forma sales de Plomo de los ácidos, así como sales metálicas del ácido plúmbico. El Plomo forma muchas sales, óxidos y compuestos orgánicos metálicos (Weinberg, 2010).



Riesgos:

No es aconsejable usar el agua que lo contenga aun en las más pequeñas cantidades. Su presencia se debe generalmente a la contaminación ambiental o por el uso de las cañerías de Plomo (O'Neill, 1995).

Los síntomas que produce son anorexia, adelgazamiento progresivo, depresión, debilidad muscular, postración y constipación. Los animales vagan, rechinan los dientes, sufren cólicos y convulsiones (Peris, 2006).

(d) Cromo (Cr).

El cromo es un metal de transición duro, frágil, gris acerado y brillante. Es muy resistente frente a la corrosión. El cromo es un elemento natural ubicuo, que se encuentra en las rocas, plantas, suelos, animales y en los humus y gases volcánicos. Puede funcionar con distintas, Es un agente cancerígeno de las vías respiratorias (Patra & Sharma, 2000).

Riesgos:

En cantidades excesivas reducen el crecimiento y provocan acumulaciones indeseables en los tejidos. Según la FAO, el cromo se fija y se acumula irreversiblemente en el suelo. Por ello el exceso de lo requerido por las plantas eventualmente llegan a contaminar los suelos, los cuales pueden convertirse en suelos improductivos o producir cosechas inaceptables (Gonzalo, 2010).

(e) Cadmio (Cd).

Es uno de los principales contaminantes de suelos agrícolas de todo el mundo debido a su alta movilidad. El Cadmio no es un elemento esencial para los



animales y el hombre, pero para ambos puede tener efectos tóxicos agudos de corto plazo y crónicas de mediano y largo plazo.

Riesgos:

Los efectos agudos pueden producir daño severo en varios órganos, entre ellos edema pulmonar, problemas respiratorios, bronconeumonía. Casi todos los depósitos de zinc contienen cadmio, a pesar de que la concentración de éste último no sobrepasa el 1.0%. Está asociado al zinc en forma de sulfuro, la solubilidad de sus compuestos en el agua depende fundamentalmente de la acidez de ésta, Efectos a la salud humana, efectos agudos y crónicos, cáncer, riñones, osteoporosis (Ramirez, 2002).

(f) Cobre (Cu).

Se presenta principalmente en forma de sulfatos, carbonatos, de sulfuros de Fe y Cu calcopirita (CuFeS_2), bornita (Cu_5FeS_4), cuprita (óxido de cobre), malaquita y azurita (carbonatos de cobre). La solubilidad, movilidad y biodisponibilidad del Cu en los sedimentos dependen fundamentalmente del valor de pH. La biodisponibilidad del Cu se reduce drásticamente en los sedimentos a pH por encima de 7 y es fácilmente disponible por debajo de pH 6. Por otro lado, la materia orgánica también tiene incidencia por la alta capacidad de adsorción de Cu. Efectos a la salud humana, destruye el carbono, inhibe el desarrollo bacteriano, trastornos en la digestión o el metabolismo (Adriano, 1986).

(g) Zinc (Zn).

Este elemento puede presentar niveles significativos en el medio acuático debido a las deyecciones de animales y personas Según estudios realizados, una



persona adulta excreta entre 7 y 20 mg/L de Zinc al día, Es importante resaltar que el Zinc es un elemento esencial para el hombre, sin ser tóxico a dosis altas y dado que se suele dar asociado al Cd (elemento muy tóxico) su incremento en una corriente fluvial puede informar sobre una potencial presencia indeseable de este último metal en el agua. Efectos a la salud humana, metabolismo de Fe, actúa en la síntesis de la hemoglobina (Al-Saleh y Al-Doush, 1998).

(h) Hierro (Fe).

El hierro es un metal extraordinariamente común y se encuentra en grandes cantidades en suelos y rocas, aunque normalmente en forma insoluble. Sin embargo, debido a un número de complejas reacciones que se suceden de forma natural en el suelo, el exceso de hierro es un fenómeno común de las aguas subterráneas, especialmente aquellas encontradas de aguas subterráneas blandas. El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre (5%). Es un metal maleable, tenaz, de color gris plateado y magnético. El hierro se encuentra en muchos otros minerales y está presente en las aguas freáticas y en la hemoglobina roja de la sangre (Weinberg, 2010).

(i) Aluminio (Al).

El aluminio es el elemento metálico más abundante en la Tierra y en la Luna, pero nunca se encuentra en forma libre en la naturaleza. Se halla ampliamente distribuido en las plantas y en casi todas las rocas, sobre todo en las ígneas, que contienen aluminio en forma de minerales de aluminio silicato. Cuando estos minerales se disuelven, según las condiciones químicas, es posible precipitar el aluminio en forma de arcillas minerales, hidróxidos de aluminio o



ambos. En esas condiciones se forman las bauxitas que sirven de materia prima fundamental en la producción de aluminio (*Peris, 2006*).

Riesgos:

En la investigación realizada por la FAO, se concluye que el Aluminio puede volver improductivos a suelos ácidos ($\text{Ph} < 5,5$); pero en suelos con $\text{Ph} > 7$ el Al se precipita y elimina su toxicidad. Los efectos del Aluminio han atraído nuestra atención, mayormente debido a los problemas de acidificación. El Aluminio puede acumularse en las plantas y causar problemas de salud a animales que consumen esas plantas (*Gonzalo, 2010*).

2.2.13. Procesos de amalgamación del mercurio.

En este proceso se añade Mercurio a todo el mineral durante la trituración, molienda y lavado. Éste es el uso más contaminante del Mercurio. En muchos casos sólo el 10% del Mercurio agregado a un barril o a una batea (en el caso de la amalgamación manual) se combina con el oro para producir la amalgama.

El resto (el 90%) es sobrante y debe retirarse y reciclarse, o se libera en el medio ambiente. Cuando se amalgama todo el mineral, aparecen altos niveles de Mercurio que se propagan en el medio ambiente local y crean graves problemas de salud por exposición, tanto para los mineros como para otras personas. Los estudios realizados en lugares donde se practica 4 El uso del Mercurio en la minería del oro artesanal y en pequeña escala la amalgamación de todo el mineral muestra los niveles más altos de Mercurio en el suelo, los sedimentos y los peces (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2008).

2.2.14. Turbidez.

Es una característica fundamental para el control de los tratamientos del agua en las plantas potabilizadoras o estaciones de tratamiento de agua potable siendo una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión, mide la claridad del agua mediante la cantidad de sólidos como arena, arcilla y otros materiales en el agua. Mientras más sucia parece el agua más alta es la turbidez, así mismo la turbidez tiene factores de conversión como se muestra en la tabla 4 (OMS, 2006).

Tabla 4

Factores de Conversión Entre Unidades de Turbidez.

T _r ,MM	JTU	NTU	mgSiO ₂
JTU	0.100	19.0	2.500
NTU	0.053	1.00	0.133
SiO ₂ mg/L	0.400	7.50	1.000

Fuente: Medina, (2007).

2.2.15. Coloides

Son suspensiones estables, por lo que es imposible sus sedimentaciones naturales, son sustancias responsables de la turbiedad y del color del agua. Los sistemas coloidales presentan una superficie de contacto inmensa entre la fase sólida y la fase líquida, por ejemplo 1 cubo de 1 cm³, tiene una superficie total de 6 cm²; si está dividido en pequeños cubos elementales, la superficie total de todos aquellos es mucho más Grande (Andia, 2000).

Son sólidos finamente divididos que no sedimentan por la simple acción de la gravedad, pero que pueden removerse del agua mediante coagulación, filtración o acción biológica. Estas partículas tienen un diámetro de 1 a 100 mm,



esto les permite estar en suspensión, además se encuentran cargados eléctricamente por lo que tienen una gran capacidad de absorción de sustancias (Marín, 2011, p. 14).

2.2.16. Decantación

Es el proceso de separación de un líquido de sólidos o de un líquido de mayor densidad mediante el trasiego de la capa superior después de que la materia más pesada ha sedimentado esto se da mediante unidades que pueden clasificarse en: Decantadores de flujo horizontal: Son los más utilizados a nivel de la purificación del agua, la distribución de caudales en tanques rectangulares, se produce por un extremo, existiendo pantallas reflectoras que atraviesa la longitud del tanque hasta los vertederos de evacuación. Decantadores de flujo vertical: Se suelen utilizar únicamente en aplicaciones de floculación y decantación (SEDAPAL, 2000).

2.2.17. Sedimentación

La sedimentación es la operación por la cual se remueven las partículas sólidas de una suspensión mediante la fuerza de la gravedad, son 02 formas de sedimentación usadas en la purificación del agua.

Definimos como "sedimentación" al proceso natural por el cual las partículas más pesadas que el agua, que se encuentran en su seno en suspensión, son removidas por la acción de la gravedad (Valencia A. 2016 y Pérez F.2005).

2.2.18. Coagulación

Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de



la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado. En la figura 4, se muestra como las sustancias químicas anulan las cargas eléctricas de la superficie del coloide permitiendo que las partículas coloidales se aglomeren formando flóculos. La coagulación es el tratamiento más eficaz pero también es el que representa un gasto elevado cuando no está bien realizado. Es igualmente el método universal porque elimina una gran cantidad de sustancias de diversas naturalezas y de peso de materia que son eliminados al menor costo, en comparación con otros métodos (Andia, 2000).

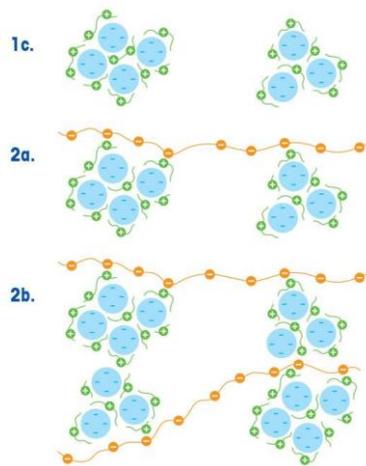
2.2.19. Mecanismo de la coagulación

La desestabilización se puede obtener por los mecanismos fisicoquímicos siguientes:

- Compresión de la doble capa.
- Adsorción y neutralización de cargas.
- Atrapamiento de partículas en un precipitado.
- Adsorción y puente.

Figura 4

Mecanismo de Floculación, mediante el Atrapamiento de partículas en un precipitado, Adsorción y puente.



2.2.20. Tipos de coagulantes.

Los componentes son productos químicos que al adicionar al agua son capaces de producir una reacción química con los componentes químicos del agua, especialmente con la alcalinidad del agua para formar un precipitado voluminoso, muy absorbente, constituido generalmente por el hidróxido metálico del coagulante que se está utilizando. Los principales coagulantes utilizados para desestabilizar las partículas y producir el floc son:

- a) Sulfato de Aluminio.
- b) Aluminato de Sodio.
- c) Cloruro de Aluminio.
- d) Cloruro Férrico.
- e) Sulfato Férrico.
- f) Sulfato Ferroso.
- g) Polielectrodos (Como ayudantes de floculación).



Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado (Andia, 2000).

2.2.21. Floculación.

La floculación es un proceso de agregación de partículas en dos pasos en el que un gran número de partículas pequeñas forman una pequeña cantidad de Grandes flóculos. Las impurezas se encuentran en el agua superficial como materia en suspensión y materia coloidal. Las especies coloidales incluyen arcilla, sílice, hierro, otros metales y sólidos orgánicos. La coagulación y floculación causan un incremento de tamaño del floculo y su rápida aglomeración, disminuyendo así el tiempo de sedimentación de las partículas.

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad.

La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del floculo, sino que también aumenta su peso (Andia, 2000).



2.2.22. Tipos de floculación.

2.2.22.1. Floculación pericinética

Esta producido por el movimiento natural de las moléculas del agua y esta inducida por la energía térmica, este movimiento es conocido como el movimiento browniano.

2.2.22.2. Floculación ortocinética.

Se basa en las colisiones de las partículas debido al movimiento del agua, el que es inducido por una energía exterior a la masa de agua y que puede ser de origen mecánico o hidráulico (Andia, 2000).

2.2.23. Floculantes.

Los floculantes son polímeros o poli electrodos con pesos moleculares muy elevados moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques denominados monómeros, repetidos en cadenas larga. Estos floculantes pueden ser de naturaleza: mineral, orgánico natural y orgánico de síntesis (Andia, 2000).

(a) Floculantes Minerales.

Se encuentra la sílice activada, que es el primer floculante empleado, que debe ser preparado antes de emplear, su preparación es tan delicada y presenta el riesgo de la gelatinización; produce la neutralización parcial de la alcalinidad de silicato de sodio en solución (caso Atarjea en los años 70 – 80, se utilizó en el tratamiento de agua).



(b) Floculantes Orgánicos Naturales.

Son polímeros naturales extraídos de sustancias animales o vegetales, los alginatos, cuya estructura polimérica son: Los ácidos manuránicos y los ácidos glucónico.

(c) Floculantes Orgánicos de Síntesis.

Son los más utilizados y son macromoléculas de una gran cadena, obtenidos por asociación de monómeros sintéticos con masa molecular elevada de 10⁶ a 10⁷ gr./mol, estos se clasifican de acuerdo a la ionicidad de los polímeros: - Aniónicos (generalmente copolímeros de la acrilamida y del ácido acrílico). - Neutros o no iónicos (poliacrilamidas). - Catiónicos (copolímero de acrilamidas + un monómero catiónico) (SEDAPAL, 2000).

2.2.24. Estados de suspensión en función del diámetro.

- (a) Suspensiones hasta diámetros de 10⁻⁴ cm.
- (b) Coloides entre 10⁻⁴ y 10⁻⁶ cm.
- (c) Soluciones para diámetros aún menores de 10⁻⁶ cm.

Estos tres estados de dispersión dan igual lugar a tres procedimientos distintos para eliminar las impurezas. El primero destinado a eliminar las de diámetros mayores de 10⁻⁴ cm. constituye la "sedimentación simple". El segundo implica la aglutinación de los coloides para su remoción a fin de formar un "floc" que pueda sedimentar.

Finalmente, el tercer proceso, que esencialmente consiste en transformar en insolubles los compuestos solubles, aglutinarlos para formar el "floc" y permitir así la sedimentación (Pérez, 2005).



En la tabla 05 se puede observar la clasificación en función a los diámetros y cuál es la velocidad para su sedimentación, así mismo se puede estimar el tiempo que dura la sedimentación del material.

Tabla 5

Diámetro de Sedimentos – Coloides.

D (mm)	Clasificación	Velocidad de Sedimentación (mm/s)	Tiempo para sedimentar (0,3 m.)
10.0	GRAVA	1000.00	0.3 seg.
1.0	GRAVA	100.00	3 seg.
0.1	ARENA GRUESA	8.00	38 seg.
0.01	ARENA FINA	0.154	33 min.
0.001	BACTERIAS	0.00154	35 hrs.
0.001	COLOIDES	0.0000154	230 dias
0.0001	COLOIDES	0.000000154	63 años

Fuente: Pérez F.2005.

2.2.25. Estándares de calidad ambiental. (ECA).

De acuerdo al Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos o biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, como

se observa en la tabla 6, establecidos los valores de ECA para el agua específicamente, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Un ECA es de observancia obligatoria para el diseño de normas legales, políticas públicas; y para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental, así como para el otorgamiento de la certificación ambiental (MINAM, 2015).

Tabla 6

ECA para el agua específicamente, en su condición de cuerpo receptor.

			<i>g</i> (mg/L)	<i>s</i> (mg/L)	<i>b</i> (mg/L)	<i>d</i> (mg/L)	<i>u</i> (mg/L)	<i>n</i> (mg/L)	<i>r</i> (mg/L)	<i>e</i> (mg/L)	<i>l</i> (mg/L)
CATEGORIA 1 - A	CONS UMO HUM ANO	A-1			0.01		2.	3	0.05		
		A-2	.001	.01	0.05	.003	0	5	0.05	.3	.9
		A-3	.002	0.15	0.05	.005	0	5	0.05		
CATEGORIA - D	RIEG O DE CULTI VOS BEBI DA DE ANIM ALES	D-1	.001	0.10	0.05	.01	0.2	2	0.1		
		D-2	.010	0.20	0.05	.05	0.5	24			

Fuente: D.S. N°015 (MINAM 2015) Normas Legales 569079

Donde:

A-1 = aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

A-2 = aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional.

A-3 = aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado.

En cambio, si se quiere destinar un cuerpo de agua para riego deben considerarse los valores establecidos en la Categoría 3. (ver tabla 7).

Es importante señalar esto porque puede generarse confusión usando categorías de consumo humano directo cuando el uso pre-determinado y categorizado por la autoridad competente es de riego de vegetales.

Asimismo, es importante destacar que los ECA de Agua del Perú se han establecido considerando referentes internacionales (ver tabla 7). Por ello, la regulación peruana ha empleado, para las aguas destinadas a la producción de agua potable (Categoría 1), preferentemente las actualizaciones de la Organización Mundial para la Salud (OMS); en el caso de aguas para riego de vegetales y bebidas de animales (Categoría 3) se han adoptado las correspondientes a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); así como a la Agencia de Protección Ambiental de los EEUU (EPA). Es necesario precisar además que, estas guías internacionales se actualizan continuamente en función a estudios periódicos de toxicidad. El D.S. N° 015-2015-MINAM que actualiza los ECAs para Agua ha considerado las guías más recientes.

Sobre esta actualización de los ECA para Agua han surgido comentarios respecto a algunos parámetros, que requieren las siguientes precisiones y aclaraciones:

Tabla 7

Actualizaciones de la OMS; en el caso de aguas para riego de vegetales y bebidas de animales.

Parámetro	Categoría 1		Sustento
	Antes (2008)	Ahora (2015)	
Arsénico	A1: 0,01	No se ha modificado el ECA, considerando el	



	A1: 0,01		valor recomendado por la OMS versión 2011.
	A2: 0,01	A2: 0,01	No se ha modificado el ECA, considerando el valor recomendado por la OMS versión 2011.
	A3: 0,05	A3: 0,15	La modificación se ha efectuado sólo en esta subcategoría para permitir que más cuerpos de agua puedan ser sometidos a un tratamiento avanzado para ser utilizados para abastecimiento de agua poblacional. Se ha modificado el ECA considerando que esta subcategoría se refiere a aguas destinadas a un tratamiento avanzado, por ello se adoptó el valor normado por la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. National Recommended Water Quality Criteria, año 2009.
	A1: 0,7	A1: 0,7	No se ha modificado el ECA, considerando el valor recomendado por la OMS versión 2011.
Bario	A2: 0,7	A2: 1	La modificación se ha efectuado sólo en esta subcategoría para permitir que más cuerpos de agua puedan ser sometidos a un tratamiento avanzado para ser utilizados para abastecimiento de agua poblacional. Por ello se adoptó normativa internacional existente, tales como la de Colombia (1984) y la de Ecuador (2002).
	A3: 1	A3: retirado	No se ha identificado estándar internacional o de nivel internacional de referencia que permita sustentar el estándar.
	A1: 0,006	A1: 0,02	Se adoptó el valor de la OMS (2011), establecido como valor guía para consumo humano (criterio sanitario). Este valor coincide con el establecido en la norma sanitaria por el Ministerio de Salud.
Antimonio	A2: 0,006	A2: 0,02	La modificación se ha efectuado en estas subcategorías para permitir que más cuerpos de agua puedan ser sometidos, previo tratamiento, para ser utilizados para abastecimiento de agua poblacional.
	A3: 0,006	A3: retirado	No se ha identificado estándar internacional o de nivel internacional de referencia que permita sustentar el estándar para diferenciarlo de los tratamientos anteriores.
Cadmio	A1: 0,003	A1: 0,003	No se ha modificado el ECA, considerando el valor recomendado por la OMS versión 2011.

Categoría 3		Sustento	
Parametro	Antes (2008)	Ahora (2015)	
	A2: 0,003	A2: 0,005	La modificación se ha efectuado en esta subcategoría para permitir que más cuerpos de agua puedan ser sometidos a un tratamiento convencional para ser utilizados para abastecimiento de agua poblacional. Por ello, se adoptó normativa internacional existente tales como la de España (2003) y Canadá (1985, revisado 1994).
Mercurio	D1: 0,001	D1: 0,001	No se ha modificado el ECA, aunque no se ha encontrado referencia de organismos internacionales expertos en la materia como la FAO para establecer valor; se ha considerado mantener el valor de 0,001 mg/L (1 ug/L), similar a la regulación chilena.
	D2: 0,001	D2: 0,01	Se ha modificado el valor sólo en esta subcategoría, tomando como referencia FAO (1985, revisado y reimpreso 1994), que lo adopta de las Directrices establecidas por la Academia Nacional de Ciencias (1972 y 1974)
Arsénico	D1: 0,05	D1: 0,1	Se ha actualizado el valor de las subcategorías tomando como referencia FAO (1985, revisado y reimpreso 1994).
	D2: 0,1	D2: 0,2	
Selenio	D1: 0,05	D1: 0,02	Se ha actualizado el valor de la subcategoría D1, siendo más estricto tomando como referencia FAO (1985, revisado y reimpreso 1994).

Fuente : Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM

2.2.26. Límites máximos permisibles (LMP).

“...son definidos por la legislación ambiental peruana para diferentes actividades económicas en el país (ver tabla 8), como “la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedido puede causar daños a la salud, bienestar humano y al ambiente”.

La característica más importante de los LMP es que su cumplimiento es exigible legalmente; es decir, el titular de la actividad productiva que no cumpla con los mismos puede ser pasible de sanción (MINAM 2010).

Desde la Ley de Aguas (Decreto Ley N° 17752 de 1969) y la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338 del año 2009); se señala que los ECAs para aguas deben fijarse en función a las categorías determinadas en relación al uso que se dará al cuerpo natural de agua (MINAM. 2014).

Tabla 8

Límites Máximos Permisibles para la Descarga de Efluentes

Líquidos de Actividades Minero – Metalúrgicas.

PARAMETRO	UNIDAD	LIMITE EN CUALQUIER MOMENTO	LIMITE PARA EL PROMEDIO ANUAL
pH		6 - 9	6 - 9
Solidos Totales en Suspension	mg/L	50	25
Aceites y Grasas	mg/L	20	16
Cianuro total	mg/L	1	0.8
Arsénico Total	mg/L	0.1	0.08
Cadmio Total	mg/L	0.05	0.04
Cromo Hexavalente (*)	mg/L	0.1	0.08
Cobre Total	mg/L	0.5	0.4
Hierro (Disuelto)	mg/L	2	1.6
Plomo Total	mg/L	0.2	0.16
Mercurio Total	mg/L	0.002	0.0016
Zinc Total	mg/L	1.5	1.2

Fuente: MINAM. 2014.

2.2.27. Producción agrícola.

Se denomina producción agrícola al resultado de la práctica de la agricultura, es aquella que consiste en generar vegetales para consumo humano. Ha variado mucho a lo largo de la historia, lográndose mejoras significativas en la misma gracias a la implementación de diferentes herramientas y procesos.

Desde el punto de vista social, la producción agrícola ha jugado un papel fundamental en las condiciones de existencia de la especie, generando como resultado una mejora en las condiciones de productividad. Hoy en día, la misma integra un gran componente tecnológico debido a los aportes de la genética, que posibilitan la existencia de cultivos resistentes a distintas plagas que antes podían estropear una cosecha (FAO 2017).

2.2.27.1. Producción de la quinua.

Las excepcionales condiciones naturales de las zonas alto andinas, favorecen la producción de quinua. Por ejemplo, la producción hasta el año 2017 ascendió más de 1.7 ton. / ha, siendo las principales regiones productoras, Puno, Cusco, Junín, Apurímac y Ayacucho, con un área cosechada de 70,462 hectáreas. El rendimiento promedio llega a los 1.6 toneladas por hectárea, como se observa en la figura 5.

Figura 5

Perú: superficie cosechada y rendimiento de quinua, 2000 – 2017.



Fuente: MINAGRI-DGESEP-SIEA.

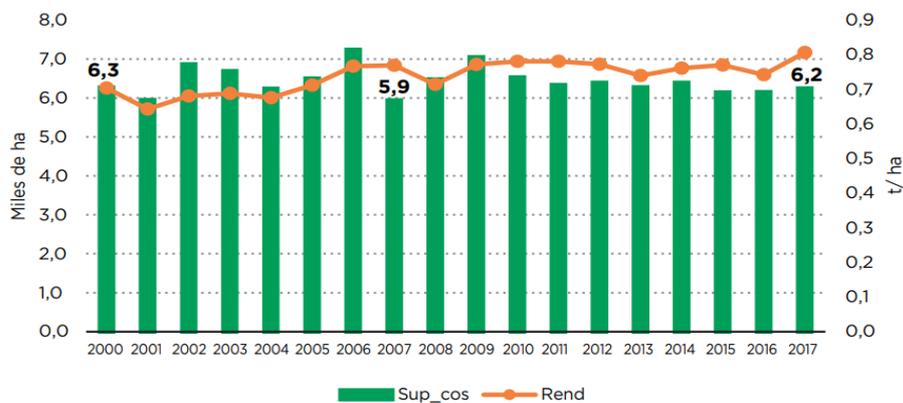
Cabe señalar que esta especie se puede sembrar en gran parte del territorio nacional en donde progresivamente se debe continuar promoviendo su cultivo, precisando que en algunas zonas del país se viene reportando rendimientos superiores a las 4.0 toneladas por hectárea. La mayor parte de la quinua producida en el Perú se cultiva de manera “orgánica” y se destina mayormente al mercado interno (MINAGRI – OEEE 2017).

2.2.27.2. Producción de la Cañihua y Kiwicha.

Podemos observar en la figura 6 y 7 el rendimiento de la Cañihua y la Kiwicha para ser consideradas como cultivos alternativos o complementarios en zonas cultivables en altitud.

Figura 6

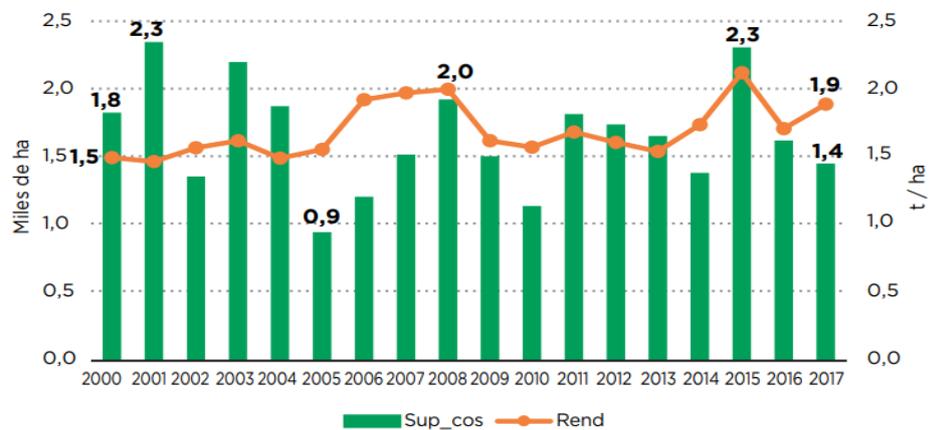
Perú: Superficie Cosechada y Rendimiento de Cañihua, 2000-2017.



Fuente: MINAGRI-DGESEP-SIEA.

Figura 7

Perú: superficie cosechada y rendimiento de kiwicha, 2000-2017.



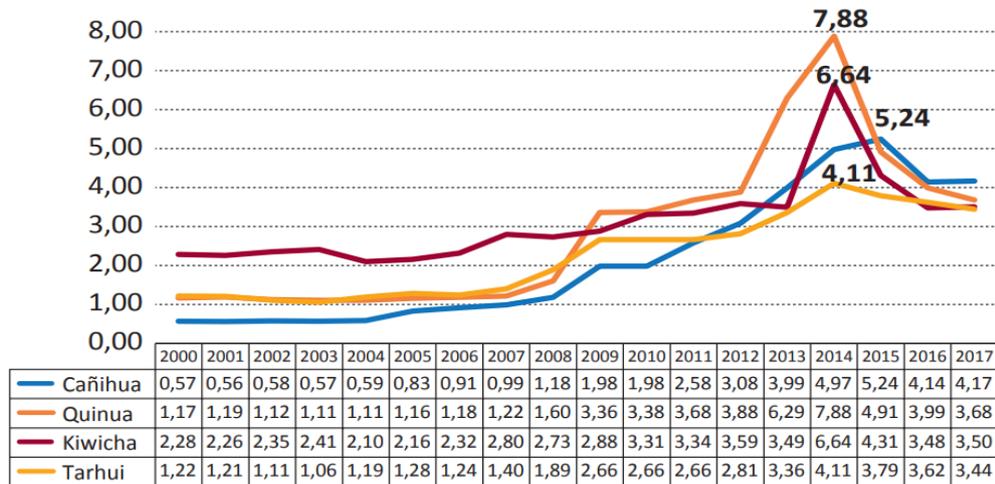
Fuente: MINAGRI-DGESEP-SIEA.

2.2.28. Evolución histórica de los precios de los granos andinos.

Entre el 2000 y 2017, el precio al productor de quinua mostró una tendencia ascendente, de modo que en el 2000 se ofertó el grano andino a S/ 1,17 x Kg, hasta que en el 2014, la quinua alcanzó el precio pico de S/ 7,88 x Kg, explicado principalmente por la mayor oferta y la mayor demanda interna y externa. En los siguientes años, el precio al productor comenzó a descender hasta que en el 2017 cerró en S/3,68 por kg. (ver figura 8), explicado por la menor producción (MINAGRI-2018).

Figura 8

Precio al Productor de los Granos Andinos, 2000-2017 (Soles / Kg).



Fuente: MINAGRI-DGESEP-SIEA.

2.2.29. Evaluación económica y financiera de proyectos.

Tanto el análisis económico como el análisis financiero son relevantes para la toma de decisiones. Veamos en qué coinciden y en qué se diferencian fundamentalmente.

El análisis financiero y el análisis económico coinciden en asumir que las personas estado y las empresas pueden medir y maximizar su utilidad. Para seleccionar los proyectos, el principal criterio económico y financiero es la eficiencia. Esto se mide en términos de maximización de las ganancias o minimización de los costos de mercado en el caso del análisis financiero; y la maximización de los beneficios sociales netos cuando se emplea el análisis económico.

El análisis financiero considera las inversiones desde la perspectiva de una entidad individual: un productor, un propietario de tierras, un grupo, una compañía



u organización gubernamental o no-gubernamental. El análisis incluye el flujo de fondos como ocurre en la inversión, con gastos fijos y operativos -tierra, trabajo y capital- produciéndose cada año gastos e ingresos. Todo subsidio, impuesto o transferencias entre individuos, comunidades, compañías u organizaciones son considerados estrictamente desde el punto de vista de flujos (entradas o salidas) de caja.

En el análisis económico se evalúan los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo. Se asume que la realización de un proyecto ayudará al desarrollo de la economía y que su contribución social justifica el uso de los recursos que necesitará. En consecuencia, el análisis económico considera la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos (Universidad ESAN 2018).

2.2.30. Valor actual neto. (VAN).

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. (VNA), valor actualizado neto o valor presente neto (VPN).

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero que sirve para determinar la viabilidad de un proyecto. Si tras medir los flujos de los futuros



ingresos y egresos y descontar la inversión inicial queda alguna ganancia, el proyecto es viable (Universidad ESAN 2018).

$VAN < 0$ el proyecto no es rentable. Cuando la inversión es mayor que el BNA (VAN negativo o menor que 0) significa que no se satisface la TD.

$VAN = 0$ el proyecto es rentable, porque ya está incorporado ganancia de la TD. Cuando el BNA es igual a la inversión (VAN igual a 0) se ha cumplido con la TD.

$VAN > 0$ el proyecto es rentable. Cuando el BNA es mayor que la inversión (VAN mayor a 0) se ha cumplido con dicha tasa y además, se ha generado una ganancia o beneficio adicional.

FÓRMULA DEL VALOR ACTUAL NETO (VAN).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

2.2.31. Tasa interna de retorno (TIR).

La Tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.

La tasa interna de retorno (TIR) nos da una medida relativa de la rentabilidad, es decir, va a venir expresada en tanto por ciento. El principal problema radica en su cálculo, ya que el número de períodos dará el orden de la

ecuación a resolver. Para resolver este problema se puede acudir a diversas aproximaciones, utilizar una calculadora financiera o un programa informático.

2.2.31.1. ¿Cómo se calcula la TIR?

También se puede definir basándonos en su cálculo, la TIR es la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Donde:

F_t = son los flujos de dinero en cada período t .

I_0 = es la inversión realiza en el momento inicial ($t = 0$)

n = es el número de períodos de tiempo.

2.2.32. Criterio de selección de proyectos según la tasa interna de retorno.

El criterio de selección será el siguiente donde “ k ” es la tasa de descuento de flujos elegida para el cálculo del VAN:

Si $TIR > k$, el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.

Si $TIR = k$, estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.



Si $TIR < k$, el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES.

Recurso Humano:

01 Investigador (tesista)

01 director

02 profesionales de otras áreas y laboratorio

Recurso Material

CAMPO:

* 04 recipientes de 500ml. (muestreadores)

* 01 dron

* 04 jalones

* 01 cinta métrica

* 01 libreta de apuntes

GABINETE:

Computadora: Microsoft Office, Agisoft Photo Scan, Civil 3d, Global Mapper,
Earth Google, S10, Otros.

SERVICIOS:

* fotocopias

* ploteo de planos

* escaneo

* alquiler camioneta.

3.2. ZONA DE ESTUDIO

3.2.1. Ubicación política

Región: Puno,

Provincias: San Antonio de Putina, Carabaya y Sandía.

Distritos: Ananea, Crucero y Cuyocuyo.

Figura 9

Ubicación Política - Geográfica de la zona de estudio.



Fuente: elaboración propia.

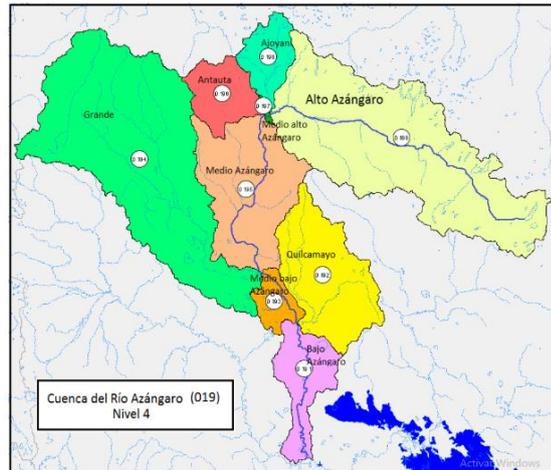
3.2.2. Ubicación hidrográfica del área de estudio

Los ríos Ananea, Grande y Crucero comprenden la sub cuenca del río Crucero-Ananea según la Delimitación y codificación de unidades hidrográficas (UH) del Perú. Para ANA (2012) sería alto Azángaro. la metodología Pfafstetter emplea nueve dígitos del 1 al 9 del sistema decimal de los cuales tenemos cuatro cuencas y cinco inter cuencas, de estas nueve unidades se les asigna códigos que van de aguas abajo hacia aguas arriba del río principal de la cuenca, dicho de otra manera la microcuenca del río Alto Azángaro está incluida o es parte de la cuenca

del río Azángaro, esta al unirse con la cuenca del río Pucará forma el río Rámis el cual es considerado como parte del curso principal de la cuenca del río Rámis. (MINAGRI, 2003)

Figura 10

La Sub Cuenca Crucero – Ananea.



Fuente: elaboración propia.

En la subcuenca Crucero – Ananea, se efectúa la delimitación de 02 microcuencas como se observa en la Figura 10 y 11, origen o cabecera de la cuenca Rámis, (comprende los ríos Ananea, Grande y Crucero), que en su recorrido abarca los Distritos de Ananea (San Antonio de Putina) y Crucero (Carabaya) en la región de PUNO,



Las Coordenadas UTM son: 446555E y 8376347N, de donde nacen las aguas del río Ananea, 391645E y 8411128N, esta zona se delimito con el objetivo del estudio ambiental y socio-económico, correspondiente a la zona de la franja ribereña. Y donde principalmente se hace efectivo la actividad minera artesanal (lavaderos).

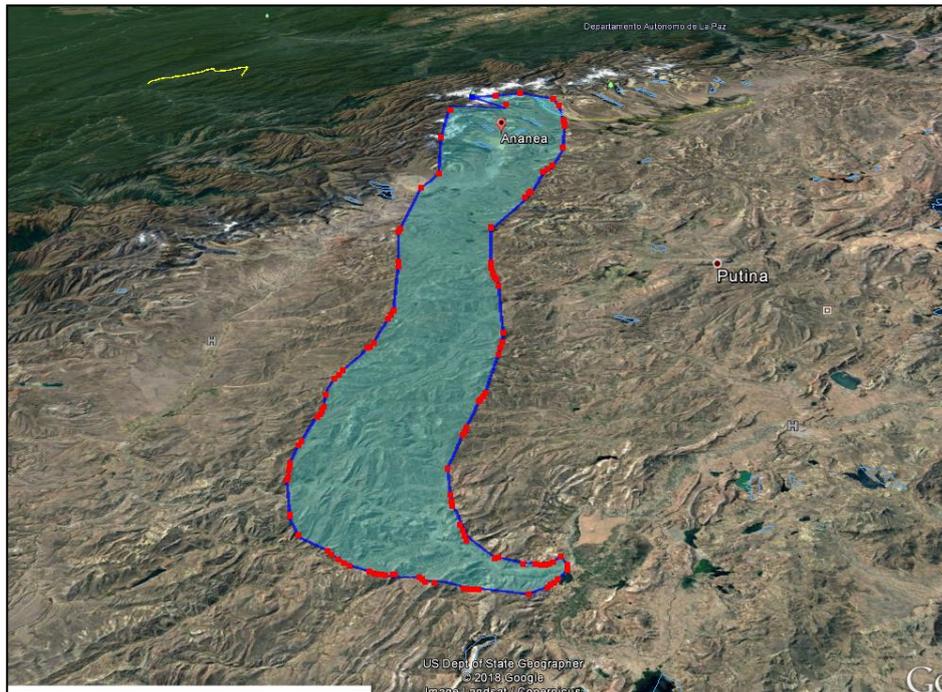
Este ámbito de estudio también comprende el tema de producción agrícola considerando su margen derecha y margen izquierda del río aguas abajo, comunidades campesinas, dedicadas a la ganadería y agricultura.

El área de estudio está comprendida entre las cotas 4,000 msnm a más de 5,000 msnm (aproximadamente hasta los nevados de Ananea).

El Río Rámis tiene sus nacientes en el entorno del Cerro Lunar y La Rinconada siendo la parte más alta de los distritos de San Antonio de Putina, Ananea y Crucero, donde se concentran las actividades mineras artesanales e informales como se observa en la Figura 11.

Figura 11

La Sub Cuenca Crucero – Ananea.



Fuente: elaboración propia.

3.2.2.1. Temperatura del área de estudio.

El río Crucero como sub cuenca tiene un área de 4,396 km² (figura 11), se ubica en el nevado Ananea Chico y su parte más baja se ubica en la cota 3,869 msnm y las temperaturas son muy bajas como se observa en la [tabla 9](#), conforme descende los ríos y confluye con el río Ñuñoa. El río principal toma diferentes nombres en su recorrido desde sus orígenes así tenemos que en la parte alta se denomina río Grande, Unión de los ríos Ananea y San Miguel. (MINAGRI- Convenio de cooperación técnica interinstitucional ALT – INRENA, 2003).

Tabla 9

Temperatura del Área de Estudio.

Parámetros climáticos promedio de Ananea														
M es	ne.	eb.	ar.	br.	ay.	un.	ul.	go.	ep.	ct.	ov.	ic.	nual	
emp. máx. media (°C)	0.7	0.1	0.3	0.8	0.7	0.5	0.3	1.6	1.8	3.1	2.5	0.9	1.1	
emp. media (°C)		.9	.7		.7	.7	.8	.9	.7	.9	.8		.6	
emp. mín. media (°C)	0.6	0.2	0.8	2.8	5.2	9	8.7	7.8	4.4	3.3	2.9	0.8	3.9	

Fuente: climate-data.org2

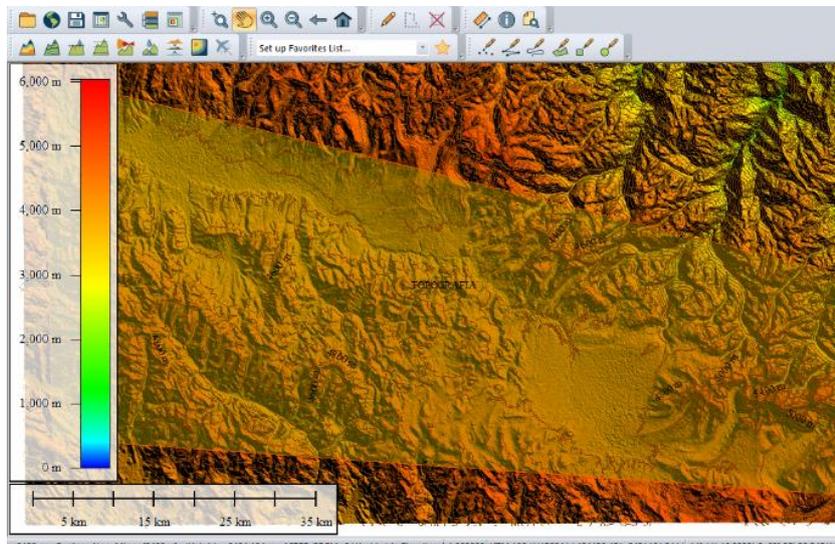
3.2.3. Topografía del terreno.

Representando mediante un plano las curvas de nivel que oscilan desde la cota más baja: 4,000 msnm, hasta la cota más alta: 5,000 msnm.

Para este proceso usamos los softwares: Global Mapper, Arc Gis, Earth Google, y Civil 3d, para determinar (ver figura 11 y 12), las cotas e identificar las cuencas, sub cuencas y microcuencas:

Figura 12

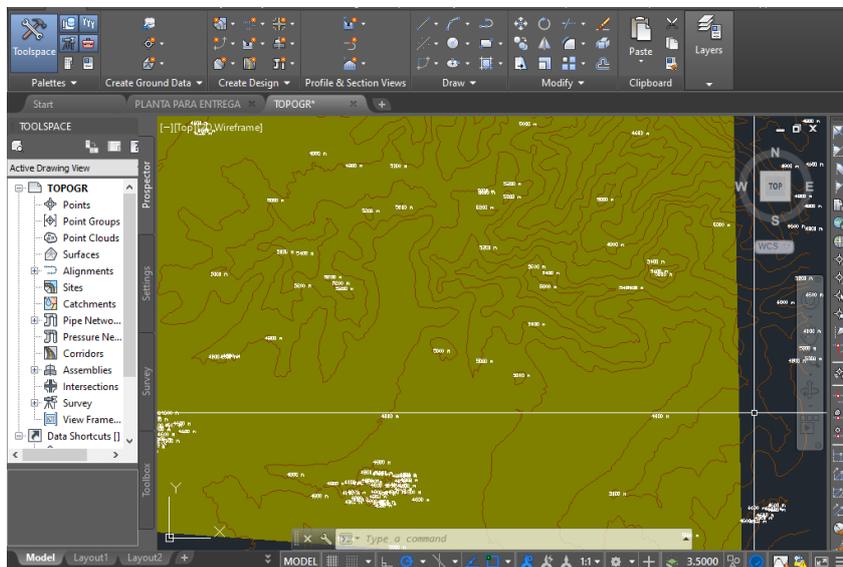
Topografía del Área de Estudio.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 13

Curvas de Nivel del Área de Estudio.



Fuente: Elaboración Propia

Mediante un análisis de la topografía del terreno: se puede observar la morfología y de esta manera plantear la ubicación de las plantas de control de caudales (ríos: Ananea y Oriental), ubicando las 02 micro cuencas por el espacio



y conformación de los lavaderos que fue un factor determinante para la delimitación de las zonas de trabajo de minería artesanal o lavaderos informales.

3.3. METODOS Y PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACION POR OBJETIVOS.

3.3.1. Identificación de metales y turbidez en los ríos de la sub cuenca

Crucero – Ananea.

Los metales seleccionados por su alto contenido de toxicidad son:

1. Mercurio Hg (mg/L).
2. Arsénico As (mg/L).
3. Plomo Pb (mg/L)
4. Cadmio Cd (mg/L)
5. Cobre Cu (mg/L)
6. Zinc Zn (mg/L)
7. Cromo Cr (mg/L)
8. Hierro Fe (mg/L)
9. Aluminio Al (mg/L)

3.3.1.1. Ubicación de las muestras del proyecto.

Tabla 10

Ubicación promedio de las muestras del proyecto.

ref.	Punto		Coordenadas	
01	Punto		446507.00	8376370.00
		E		N
02	Punto		440286.00	8377489.00
		E		N
03	Punto		425655.00	8394843.00
		E		N
04	Estandar	E	420630.00	8399037.00
	Punto		391845.00	8411160.00
05		E		N
	Punto		374356.00	8416411.00

Nota: Coordenadas en UTM WGS84 tomas en el trayecto de la subcuenca.

3.3.2. Identificación de los puntos más críticos y vulnerables a la contaminación.

Para tener identificado el punto más crítico de los diferentes puntos de muestreo realizados, hemos efectuado un análisis de varianza y correlación de la concentración de los metales pesados y parámetros del agua.

Con los Resultados obtenidos, se procedió a elaborar cuadros en una hoja de cálculo (Excel) colocando los puntos de muestreo (lugar), las concentraciones de metales pesados.

Posteriormente se realizó la descripción de los Resultados, teniendo identificado el punto más crítico en el recorrido del río Ananea.

3.3.3. Técnicas de muestreo.

Para la determinación de las muestras analizadas en las diferentes investigaciones como se muestra en la Tabla 11, se consideró los que tienen en



cuenta: protocolo correspondiente, evitando toda contaminación accidental, con un transporte adecuado y conservación en condiciones idóneas, recipientes adecuados y en lugares de máximos caudales así mismo que no haya remoción de sedimentos.

Estas muestras cumplen con el protocolo para efectuar un análisis de varianza y de los últimos años, diferentes autores y diferentes fechas en lugares estratégicos de la sub cuenca de Crucero – Ananea y también los análisis fueron en diferentes laboratorios de Facultad de Ciencias Farmacéuticas, Bilógicas y Biotecnológicas y universidades de Puno, Arequipa y Bolivia.

Tabla 11

Datos historicos de investigacion.

AUTORES	
1. Pari, D. (2017)	7. Alvarez, R. (2018)
2. HUMPIRI, I. (2017)	8. SALAS, D. (2017)
3. ANA (2011-2015).	9. MULLISACA, E. (2013)
4. Linder G. (2016)	10. SALAS, F. (2014)
5. PÉREZ, M. (2017)	11.- QUECAÑO, N. (2017)
6. CCANCAPA, Y. (2015)	12. CONDORI, S. (2018)

Fuente : Elaboracion propia.

3.3.4. Análisis de varianza de los metales en los ríos Ananéa, Grande y Crucero.

PRIMERO:

Para ello se ingresan y clasifican la información del contenido de metales de los diferentes Resultados e investigaciones en un cuadro de Excel, como se muestra en las tablas 12,13,14 (épocas de estiaje) y 15,16, 17 (épocas de máximas avenidas o lluvias).

Tabla 12

Acopio de información : contenido de metales pesados río Ananéa- época de estiaje ó pocas lluvias

N°	Río Ananea								
	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)
1	0.0015	0.765	0.121	0.014	0.0425	0.1716	0.067	131.9	96.78
2	0.0001	0.006	0.026	0.002	0.003	0.008	0.0000	2.133	0.621
3	0.0000	0.1484	0.0379	0.0028	0.01	0.385	0.0169	5.469	20.3
4	0.0000	0.027	0.0028	0.0006	0.0842	0.098	0.006	-	4.7
5	0.00012	0.0178	0.011	0.025	1.089	3.623	0.0556	-	-
6	0.002	0.0089	0.005	0.164	-	-	0.965	-	-
7	-	0.643	0.019	-	-	-	-	-	-
8	-	-	0.036	-	-	-	-	-	-
9	-	-	1.378	-	-	-	-	-	-

Fuente : Elaboracion propia.

Tabla 13

Acopio de información : contenido de metales pesados río Grande - época de estiaje ó pocas lluvias.

Rio Grande									
N°	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)
1	0.0189	0	0.043	0.002	0.002	0.0075	0	2.52	2.156
2	0.0001	0	0.064	0.002	0.003	0.003	0.0000	0.957	0.909
3	0.0001	0.0109	0.003	0.0009	0.003	0.003	0.0009	9.76	1.61
4	0.0001	0.003	0.001	0.0006	280.7	26.469	0.006	7.96	8.78
5	0.0001	0.003	0.001	0.0006	0.702	2.318	0.006	2.75	-
6	0	0.136	0.2668	0.0341	0.01	0.412	0.1398	-	-
7	0	1.741	0.444	0.053	0.002	1.059	0.437	-	-
8	0.00041	0.0132	0.01	0.00429	0.0224	0.0413	0.00841	-	-
9	-	0	0.031	0.00055	-	-	0.00144	-	-
10	-	0.025	0.005	-	-	-	-	-	-
11	-	-	0.0026	-	-	-	-	-	-
12	-	-	0.012	-	-	-	-	-	-

Fuente : Elaboracion propia.

Tabla 14

Acopio de información : contenido de metales pesados río Crucero - época de estiaje o pocas lluvias.

Rio Crucero									
N°	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)
1	0.0004	0.012	0.029	0.002	0.002	0.0031	0	1.424	1.268
2	0.0004	0.0013	0.0026	0.0001	0.002	0.0626	0.0004	0.163	0.954
3	0.0001	0.0012	0.0026	0.0004	0.003	0.031	0.0004	1.83	0.752
4	0.0001	0.003	0.001	0.0006	0.003	0.039	0.006	0.016	-
5	0.0001	0.003	0.001	0.0006	0.0186	25.177	0.006	0.203	-
6	0.0001	0.032	0.0967	0.0091	0.015	19.854	0.0144	-	-
7	0.0002	0.023	0.0765	0.0073	0.015	0.13	0.0113	-	-
8	0	0.024	0.0953	0.0009	0.002	0.0177	0.03	-	-
9	0	0	0.02	0.00011	0.002	0.3083	0.00069	-	-
10	0.0002	0	0.018	0.00122	0.002	0.0459	0.00877	-	-
11	0.0002	0	0.0026	0.00011	0.002	0.0335	0.00518	-	-
12	0.0002	0	0.0026	0.0004	-	-	0.00049	-	-
13	0.0002	0.0018	0.0026	-	-	-	-	-	-
14	0.0002	0.001	0.0026	-	-	-	-	-	-
15	0.0002	0.001	-	-	-	-	-	-	-

Fuente : Elaboracion propia.

SEGUNDO:

Ingresamos el acopio de información del contenido de metales en los en épocas de máximas avenidas, obtenidas de las diferentes años.

Tabla 15

Acopio de información del contenido de metales pesados en época de máximas avenidas en el Rio Ananea.

Rio Ananea									
N°	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)
1	0.0004	0.331	0.03	0.000	0.3824	0.5375	0.019	63.785	41.416
2	0.0003	0.014	0.000	0.000	0.15	0.685	0.0618	3.318	1.807
3	0.0017	0.072	0.1324	0.0048	0.989	2.497	0.117	-	113.0
4	0.0001	1.076	0.125	0.0007	0.0981	0.163	0.773	-	-
5	0.0001	6.207	0.8301	0.003	0.0852	0.0023	0.0186	-	-
6	-	0.13	0.0489	0.0034	-	-	0.0556	-	-
7	-	0.005	0.019	0.021	-	-	-	-	-
8	-	-	0.185	-	-	-	-	-	-
9	-	-	0.036	-	-	-	-	-	-

Fuente : Elaboracion propia.

Tabla 16

Acopio de información del contenido de metales pesados en época de máximas avenidas en el Rio Grande.

Rio Grande									
N°	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)
1	0.0005	0.006	0.0026	0.000	0.002	0.0031	0.0004	1.685	1.247
2	0.0003	0.004	0.008	0.001	0.008	0.05	0.009	0.996	0.729
3	0.0003	0.0114	0.006	0.0006	0.008	0.06	0.008	1.65	0.9
4	0.0005	0.003	0.2832	0	0.352	1.089	0.264	2.69	-
5	0.0004	0.016	0.1935	0.0006	0.292	0.685	0.209	-	-
6	0.0001	1.582	0.023	0.0029	0.0887	0.5826	0.0084	-	-
7	0.0001	0.962	0.0106	0.0015 0.0006	0.0711	0.3158	0.0044 0.0019	-	-
8	0	0.0787	0.059	1 0.0003	0.0224	0.2117	2 0.0013	-	-
9	0	0.024	0.01	8	0.0229	0.0363	2	-	-
10	0.0068	0.0079	0.0104	-	-	-	-	-	-
11	0.00041	0.0206	0.0109	-	-	-	-	-	-

Fuente : Elaboracion propia.

Tabla 17

Acopio de información del contenido de metales pesados en época de máximas avenidas en el Rio Crucero.

N°	Rio Crucero								
	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Cu (mg/L)	Zn (mg/L)	Cr (mg/L)	Fe (mg/L)	Al (mg/L)
1	0.0004	0.009	0	0.000	0.002	0.0087	0	2.837	2.078
2	0.0004	0.0176	0.003	0.000	0.002	0.0218	0.002	7.96	2.96
3	0.0003	0.0088	0.0026	0.0008	0.003	0.2778	0.0004	0.203	0.3
4	0.0003	0.004	0.003	0.001	0.003	0.266	0.006	0.163	-
5	0.0003	0.004	0.003	0.0009	0.097	0.543	0.006	0.016	-
6	0.0001	0.401	0.0758	0.0007	0.082	0.0542	0.062	1.83	-
7	0.0001	0.367	0.0643	0.0006	0.0004	0.535	0	5.42	-
8	0.0001	0.001	0.0007	0.0009	0.0004	0.5084	0.0004	1.12	-
9	0	0.001	0.0006	0.0008	0.002	1.059	0.0004	1.09	-
10	0	0.0035	0.012	0.00429	0.002	0.0335	0.00841	3.39	-
11	0.00193	0.0012	0.01	0.0004	0.002	0.0177	0.00049	-	-
12	0.00041	0.0012	0.0235	0.00011	0.002	0.0459	0.00069	-	-
13	0.00041	0.0061	0.0091	0.00011	0.002	0.3083	0.00518	-	-
14	0.00722	-	0.006	0.00122	0.0294	0.2065	0.00877	-	-
15	-	-	0.0137	0.00198	0.0265	0.0991	0.00717	-	-
16	-	-	-	0.00011	0.023	0.1046	0.00059	-	-
17	-	-	-	0.00011	0.0251	0.3378	0.00039	-	-
18	-	-	-	0.00141	-	-	0.00055	-	-

Fuente : Elaboracion propia.

TERCERO:

Para probar nuestra 1ra hipótesis específica efectuamos las respectivas pruebas para cada uno de los elementos.

3.3.5. Prueba estadística (ANOVA).

Para efectuar todas las pruebas estadísticas es necesario el uso de las diferentes ecuaciones estadísticas (figura 14), que usaremos en la presente investigación.

Figura 14

Formulas estadísticas del analisis de varianza ANOVA.

SUMA DE CUADRADOS TOTALES
(SCT)

$$SCT = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_{\cdot})^2$$

SUMA DE CUADRADOS DE
TRATAMIENTOS (SCTR).

$$SCTR = \sum_{j=1}^K \sum_{i=1}^{n_j} (X_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

SUMA DE CUADRADOS DEL ERROR
(SCE).

$$SCE = \sum_{j=1}^K (\bar{X}_j - \bar{X}_{\cdot})^2 n_j$$

CUADRADO MEDIO TOTAL (CMT)

$$CMT = \frac{SCT}{n - 1}$$

CUADRADO MEDIO TRATAMIENTO (CMTR)

$$CMTR = \frac{SCTR}{c - 1}$$

CUADRADO MEDIO ERROR (CME)

$$CME = \frac{SCE}{n - c}$$

PRUEBA DE FISHER (f)

$$F = \frac{CMTR}{CME}$$

G. L. PARA BUSCAR EN LA TABLA DE FISHER

$$GL = \frac{C - 1}{n - c}$$

Fuente : Fisher en los años 1920 y 1930.

3.3.5.1. Interpretación o regla de decisión.

Si: $f \leq T$ (valor de la tabla) entonces se acepta la Hipótesis

Si: $f > T$ (valor de la tabla) entonces se acepta la Hipótesis

3.3.6. Prueba estadística del contenido de metales (Época de estiaje).

Mercurio (Hg). con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (**Hg**) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de (**Hg**) en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Hg**) es distinto.

Tabla 18

Contenido de Mercurio en los 3 Rios - Epoca de Estiaje

	Mercurio (Hg) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	SCT =	0.00033793
1	0.0015	0.0189	0.0004	SCTR =	0.00002008
2	0.0001	0.0001	0.0004	SCE =	0.00031785
3	0.0000	0.0001	0.0001	CMT=	0.00001300
4	0.0000	0.0001	0.0001	CMTR=	0.00001004
5	0.00012	0.0001	0.0001	F=	0.75809555
6	0.002	0.0000	0.0001	GL = (2,24)	
7	0.0006	0.000000	0.0002	T(tabla)=	3.40
8	0.0006	0.0004100	0.0002		
9	0.0006	0.0001157	0.0002		
MEDIAS	0.00062	0.00220	0.00020		

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Varianza del Mercurio - Epoca de Estiaje

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00002008	2	0.00001004	0.76	0.48	3.40
Dentro de los grupos	0.0003178	24	0.0000132			
Total	0.0003379	26				

F = 0.76

≤

T = 3.40

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de Hg es distinto, con 95 % de confiabilidad.

H_o = el promedio de contenido de Hg en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

Arsénico (As) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

H_o = el promedio de contenido de **As** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **As** es distinto.

Tabla 19

Contenido de Arsénico en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.

	Arsénico (As) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	0.76500	0.00000	0.01200	SCT =	0.945
2	0.00600	0.00000	0.00130	SCTR =	0.383
3	0.14840	0.01090	0.00120	SCE =	0.685
4	0.02700	0.00300	0.00300	CMT=	0.025
5	0.01780	0.00300	0.00300	CMTR=	0.192
6	0.00890	0.13600	0.03200	CMTR=	0.019
7	0.64300	0.17000	0.02300	F=	10.065
8	0.23087	0.01320	0.02400	GL = (2,36)	
9	0.23087	0.00000	0.00000	T(tabla)=	3.26
10	0.23087	0.02500	0.00000		
11	0.23087	0.03611	0.00180		
12	0.23087	0.03611	0.00100		
13	0.23087	0.03611	0.00100		
MEDIAS	0.23087	0.03611	0.00795		

Fuente : Elaboracion propia.

Análisis de Varianza del <i>Arsénico</i> - Epoca de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.383	2	0.192	10.06	0.00034	3.26
Dentro de los grupos	0.6855176	36	0.019			
Total	1.0686748	38				

$$\boxed{F= 10.07} > \boxed{T= 3.26}$$

H_o = el promedio de contenido de (**As**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**As**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

Plomo (Pb) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de **(Pb)** en los tres grupos?

H₀ = el promedio de contenido de **Pb** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Pb** es distinto.

Tabla 20

Contenido de Plomo en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.

	Plomo (Pb) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	SCT =	SCTR =
1	0.12100	0.04300	0.02900	1.994	0.075
2	0.02600	0.06400	0.00260	SCE = 1.919	CMT= 0.049
3	0.03790	0.00300	0.00260	CMTR= 0.037	CME= 0.049
4	0.00280	0.00100	0.00100	F= 0.759	GL = (2,39)
5	0.01100	0.00100	0.00100	T(tabla)= 3.24	
6	0.00500	0.26680	0.09670		
7	0.01900	0.44400	0.07650		
8	0.03600	0.01000	0.09530		
9	1.37800	0.03100	0.02000		
10	0.03234	0.00500	0.01800		
11	0.03234	0.00260	0.00260		
12	0.03234	0.01200	0.00260		
13	0.03234	0.07362	0.00260		
14	0.03234	0.07362	0.00260		
MEDIAS 0.12846 0.07362 0.02522					

Fuente : Elaboracion propia.

Análisis de Varianza del Plomo - Epoca de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.075	2	0.037	0.759	0.47492	3.24
Dentro de los grupos	1.9191278	39	0.049			
Total	1.9938267	41				

$$\boxed{F = 0.76} \leq \boxed{T = 3.24}$$



H_o = el promedio de contenido de (**Pb**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el prom. de contenido de (**Pb**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

Cadmio (Cd) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (**Cd**) en los tres grupos?

H_o = el promedio de contenido de **Cd** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Cd** es distinto.

Tabla 21

Contenido de Cadmio en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.

	Cadmio (Cd) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	0.01400	0.00200	0.00200	SCT =	0.030
2	0.00200	0.00200	0.00010	SCTR =	0.007
3	0.00280	0.00090	0.00040	SCE =	0.024
4	0.00060	0.00060	0.00060	CMT =	0.001
5	0.02500	0.00060	0.00060	CMTR =	0.003
6	0.16400	0.03410	0.00910	CME =	0.001
7	0.03473	0.05300	0.00730	F =	4.846
8	0.03473	0.00429	0.00090	GL = (2,33)	
9	0.03473	0.00055	0.00011	T(tabla) =	3.28
10	0.03473	0.01089	0.00122		
11	0.03473	0.01089	0.00011		
12	0.03473	0.01089	0.00040		
MEDIAS	0.03473	0.01089	0.00190		

Fuente : Elaboracion propia.



F= 4.85

>

T= 3.28

H_0 = el promedio de contenido de (**Cd**) en los tres grupos es igual,
con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Cd**) es distinto, con 95
% de confiabilidad

Rta: Rechazamos la Hipótesis Nula y Aceptamos la Hipótesis Alternativa.

Cobre (Cu) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de
(**Cu**) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de **Cu** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Cu** es distinto.

Análisis de Varianza del Cadmio - Epoca de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.007	2	0.003	4.846	0.01429	3.28
Dentro de los grupos	0.0235228	33	0.001			
Total	0.0304307	35				

Tabla 22

Contenido de Cobre en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.

	Cobre (Cu) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	0.04250	0.00200	0.00200	SCT =	76343.445
2	0.00300	0.00300	0.00200	SCTR =	4764.824
3	0.01000	0.00300	0.00300	SCE =	71578.622
4	0.08420	280.70400	0.00300	CMT=	2385.733
5	1.08900	0.70200	0.01860	CMTR=	2382.412
6	0.24574	0.01000	0.01500	CME=	2385.954
7	0.24574	0.00200	0.01500	F=	0.999
8	0.24574	0.02240	0.00200	GL = (2,30)	
				T(tabla)=	3.32



9	0.24574	0.10634	0.00200
10	0.24574	0.10634	0.00200
11	0.24574	0.10634	0.00200
MEDIAS	0.24574	25.61522	0.00605

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Cobre en los 3 Rios - Epoca de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	4764.824	2	2382.412	0.999	0.38034	3.32
Dentro de los grupos	71578.622	30	2385.954			
Total	76343.445	32				

$$\boxed{F = 0.999} \leq \boxed{T = 3.32}$$

H_0 = el promedio de contenido de **(Cu)** en los tres grupos es igual,
con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **(Cu)** es distinto, con
95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

Zinc (Zn) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de **(Zn)** en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de **Zn** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Zn** es distinto.

Tabla 23

Contenido de Zinc en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.

	Zinc (Zn) (mg/L)			
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.17160	0.00750	0.00310	
2	0.00800	0.00300	0.06260	
3	0.38500	0.00300	0.03100	
4	0.09800	26.46900	0.03900	
5	3.62300	2.31800	25.17700	
6	0.85712	0.41200	19.85400	
7	0.85712	1.05900	0.13000	
8	0.85712	0.04130	0.01770	
9	0.85712	3.78910	0.30830	
10	0.85712	3.78910	0.04590	
11	0.85712	3.78910	0.03350	
MEDIAS	0.85712	3.78910	4.15474	

Resultados	
SCT =	1512.243
SCTR =	71.883
SCE =	1440.360
CMT =	47.258
CMTR =	35.942
CME =	48.012
F =	0.749
GL = (2,30)	
T(tabla) =	3.32

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Zinc en los 3 Rios - Epoca de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	71.883	2	35.942	0.749	0.48166	3.32
Dentro de los grupos	1440.3604	30	48.012			
Total	1512.2435	32				

$$\boxed{F = 0.749} \leq \boxed{T = 3.32}$$

H_0 = el promedio de contenido de (Zn) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Zn) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

Cromo (Cr) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (Cr) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de (Cr) en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Cr) es distinto.

Tabla 24

Contenido de Cromo en los 3 Rios - Epoca de Estiaje

	Cromo (Cr) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	0.06700	0.00000	0.00000	SCT =	1.102
2	0.00000	0.00000	0.00040	SCTR =	0.197
3	0.01690	0.00090	0.00040	SCE =	0.905
4	0.00600	0.00600	0.00600	CMT=	0.0315
5	0.05560	0.00600	0.00600	CMTR=	0.099
6	0.96500	0.13980	0.01440	CME=	0.027
7	0.18508	0.43700	0.01130	F=	3.596
8	0.18508	0.00841	0.03000	GL = (2,33)	
9	0.18508	0.00144	0.00069	T(tabla)=	3.28
10	0.18508	0.06662	0.00877		
11	0.18508	0.06662	0.00518		
12	0.18508	0.06662	0.00049		
MEDIAS	0.18508	0.06662	0.00697		

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Cromo en los 3 Ríos - Época de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.197	2	0.099	3.596	0.03865	3.28
Dentro de los grupos	0.9051396	33	0.027			
Total	1.1024069	35				

$$\boxed{F = 3.596} > \boxed{T = 3.28}$$

H_0 = el promedio de contenido de (Cr) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Cr) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Rechazamos la Hipótesis Nula y Aceptamos la Hipótesis Alterna.

Hierro (Fe). con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)



¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (*Fe*) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de (*Fe*) en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (*Fe*) es distinto.

Tabla 25

Contenido de Hierro en los 3 Rios - Epoca de Estiaje

Hierro (Fe) (mg/L)				Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	131.90000	2.52000	1.42400	SCT =	16637.258
2	2.13300	0.95700	0.16300	SCTR =	4171.958
3	5.46900	9.76000	1.83000	SCE =	12465.300
4	46.50067	7.96000	0.01600	CMT=	1188.3756
5	3.80100	2.75000	0.20300	CMTR=	2085.979
MEDIAS	37.96073	4.78940	0.72720	CME=	1038.775
Fuente : Elaboracion propia				F=	2.008
				GL = (2,12)	
				T(tabla)=	3.89

Análisis de Varianza Contenido de Hierro en los 3 Ríos - Época de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	4171.958	2	2085.979	2.008	0.17690	3.89
Dentro de los grupos	12465.3	12	1038.775			
Total	16637.258	14				

$$F = 2.008 \leq T = 3.89$$

H_0 = el promedio de contenido de (*Fe*) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (*Fe*) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.



Aluminio (Al) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (Al) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de (Al) en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Al) es distinto.

Tabla 26

Contenido de Aluminio en los 3 Rios - Epoca de Estiaje.

Aluminio (Al) (mg/L)				Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	96.78000	2.15600	1.26800	SCT =	8260.988
2	0.62100	0.90900	0.95400	SCTR =	2165.524
3	20.30000	1.61000	0.75200	SCE =	6095.464
4	4.70000	8.78000	0.99133	CMT =	750.9989
MEDIAS	30.60025	3.36375	0.99133	CMTR =	1082.762
Fuente : Elaboracion propia				CME =	677.274
				F =	1.599
				GL =	(2,9)
				T(tabla) =	4.26

Análisis de Varianza Contenido de Aluminio en los 3 Ríos - Época de Estiaje						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	2165.524	2	1082.762	1.599	0.25462	4.26
Dentro de los grupos	6095.4639	9	677.274			
Total	8260.9882	11				

$$\boxed{F = 1.599} \leq \boxed{T = 4.26}$$

H_0 = el promedio de contenido de (Al) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad
 = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Al) es distinto, con 95 % de
 H_a confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

3.3.7. Prueba estadística del contenido de metales (Época de máximas avenidas).

Mercurio (Hg) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (Hg) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de (Hg) en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Hg) es distinto.

Tabla 27

Contenido de Mercurio en los 3 Rios - Época de Máximas

	Mercurio (Hg) (mg/L)			Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	0.000400	0.000500	0.000400	SCT =	0.00008814
2	0.000300	0.000300	0.000400	SCTR =	0.00000261
3	0.001700	0.000300	0.000300	SCE =	0.00008553
4	0.000100	0.000500	0.000300	CMT =	0.00000252
5	0.000100	0.000400	0.000300	CMTR =	0.00000130
6	0.000225	0.000100	0.000100	CMTR =	0.00000259
7	0.000520	0.000100	0.000100	F =	0.50254125
8	0.000225	0.006800	0.000100	GL = (2,33)	
9	0.000225	0.000410	0.001930	T(tabla) =	3.28
10	0.000225	0.000326	0.000410		
11	0.000225	0.000326	0.000410		
12	0.000225	0.000326	0.007220		
PROMEDIO	0.00037	0.00087	0.00100		

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Mercurio en los 3 Ríos - Época máximas - lluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.00000261	2	0.00000130	0.50	0.61	3.28
Dentro de los grupos	0.0000855	33	0.0000026			
Total	0.0000881	35				

F = 0.50

≤

T = 3.28



= el promedio de contenido de Hg en los tres grupos es igual, con 95 %

H_0 de confiabilidad

= en al menos un grupo el promedio de contenido de Hg es distinto, con 95 % de

H_a confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

Arsénico (As) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (As) en los tres grupos?

H_0 = el promedio de contenido de **As** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **As** es distinto.

Tabla 28

Contenido de Arsénico en los 3 Ríos - Época de Maximas.

Arsénico (As) (mg/L)				Resultados	
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero		
1	0.33100	0.00600	0.00900	SCT =	39.883
2	0.01400	0.00400	0.01760	SCTR =	2.450
3	0.07200	0.01140	0.00880	SCE =	37.432
4	1.07600	0.00300	0.00400	CMT =	1.050
5	6.20700	0.01600	0.00400	CMTR =	1.225
6	0.13000	1.58200	0.40100	CMTR =	1.040
7	0.00500	0.96200	0.36700	F =	1.178
8	0.11040	0.07870	0.00100	GL = (2,36)	
9	0.11040	0.02400	0.00100	T(tabla) =	3.26
10	0.11040	0.00790	0.00350		
11	0.11040	0.02060	0.00120		
12	0.11040	0.01907	0.00120		
13	0.11040	0.01907	0.00610		
PROMEDIO	0.65365	0.21183	0.06349		

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Arsénico en los 3 Ríos - Época máximas - llluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	2.450	2	1.225	1.18	0.31938	3.26
Dentro de los grupos	37.432252	36	1.040			



Total 39.882708 38

$$F= 1.18 \leq T= 3.26$$

H_o = el promedio de contenido de (**As**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**As**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

Plomo (Pb) con 95 % de confiabilidad ($\alpha =0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (**Pb**) en los tres grupos?

H_o = el promedio de contenido de **Pb** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Pb** es distinto.

Tabla 29

Contenido de Plomo en los 3 Rios - Epoca de Maximas

	Plomo (Pb) (mg/L)			Resultados
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.03000	0.00260	0.00260	SCT = 0.792
2	0.00000	0.00800	0.00260	SCTR = 0.151
3	0.13240	0.00600	0.00300	SCE = 0.640
4	0.12500	0.28320	0.00300	CMT= 0.019
5	0.83010	0.19350	0.07580	CMTR= 0.076
6	0.04890	0.02300	0.06430	CME= 0.016
7	0.01900	0.01060	0.00070	F= 4.609
8	0.18500	0.05900	0.00060	GL = (2,39)
9	0.03600	0.01000	0.01200	T(tabla)= 3.24
10	0.15627	0.01040	0.01000	
11	0.15627	0.01090	0.02350	
12	0.15627	0.01561	0.00910	
13	0.15627	0.01561	0.00600	
14	0.15627	0.01561	0.01370	
PROMEDIO	0.15627	0.04743	0.01621	

Fuente : Elaboracion propia



Análisis de Varianza Contenido de Plomo en los 3 Ríos - Época máximas - llluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.151	2	0.076	4.609	0.01596	3.24
Dentro de los grupos	0.6403944	39	0.016			
Total	0.7917661	41				

$$F = 4.61 \leq T = 3.24$$

H_o = el promedio de contenido de (**Pb**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Pb**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Rechazamos la Hipótesis Nula y Aceptamos la Hipótesis Alternativa.

Cadmio (Cd) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (**Cd**) en los tres grupos?

H_o = el promedio de contenido de **Cd** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Cd** es distinto.

Tabla 30

Contenido de Cadmio en los 3 Ríos - Época de Máximas.

	Cadmio (Cd) (mg/L)			Resultados
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.00000	0.00020	0.00010	SCT = 0.000503
2	0.00000	0.00060	0.00080	SCTR = 0.000150
3	0.00480	0.00060	0.00100	SCE = 0.000353
4	0.00070	0.00000	0.00090	CMT = 0.000011
5	0.00300	0.00060	0.00070	CMTR = 0.000075
6	0.00340	0.00290	0.00060	CME = 0.000008
7	0.02100	0.00150	0.00090	F = 8.96
8	0.00470	0.00061	0.00080	GL = (2,42)
9	0.00470	0.00038	0.00429	T(tabla) = 3.22
10	0.00470	0.00056	0.00040	
11	0.00470	0.00056	0.00011	
12	0.00470	0.00056	0.00011	
13	0.00470	0.00056	0.00122	
14	0.00470	0.00056	0.00198	



15	0.00470	0.00056	0.00011
PROMEDIO	0.00470	0.00072	0.00093

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Cadmio en los 3 Ríos - Época máximas - Lluvias							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F	
Entre grupos	0.00015	2	0.000075	8.960	0.00057	3.22	
Dentro de los grupos	0.0003526	42	0.000008				
Total	0.000503	44					

$$\boxed{F = 8.96} > \boxed{T = 3.22}$$

H_0 = el promedio de contenido de **(Cd)** en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **(Cd)** es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Rechazamos la Hipótesis Nula y Aceptamos la Hipótesis Alterna.

Cobre (Cu) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

H_0 = el promedio de contenido de **Cu** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Cu** es distinto.

Tabla 31

Contenido de Cobre en los 3 Rios - Epoca de Maximas

	Cobre (Cu) (mg/L)			Resultados
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.38240	0.00200	0.00200	SCT = 1.209
2	0.15000	0.00800	0.00200	SCTR = 0.371
3	0.98900	0.00800	0.00300	SCE = 0.838
4	0.09810	0.35200	0.00300	CMT= 0.027
5	0.08520	0.29200	0.09700	CMTR= 0.186
6	0.17893	0.08870	0.08200	CME= 0.020
7	0.17893	0.07110	0.00040	F= 9.310
8	0.17893	0.02240	0.00040	GL = (2,42)
9	0.17893	0.02290	0.00200	T(tabla)= 3.22
10	0.17893	0.03187	0.00200	
11	0.17893	0.03187	0.00200	
12	0.17893	0.03187	0.02940	
13	0.17893	0.03187	0.02650	
14	0.17893	0.03187	0.02300	
15	0.17893	0.03187	0.02510	
PROMEDIO	0.23293	0.07056	0.01999	

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Cobre en los 3 Ríos - Época máximas - llluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.371	2	0.186	9.310	0.00045	3.22
Dentro de los grupos	0.8376073	42	0.020			
Total	1.2089453	44				

$$\boxed{F= 9.310} > \boxed{T= 3.22}$$

H_0 = el promedio de contenido de **(Cu)** en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **(Cu)** es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Rechazamos la Hipótesis Nula y Aceptamos la Hipótesis Alternativa.

Zinc (Zn) con 95 % de confiabilidad ($\alpha =0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de **(Zn)** en los tres grupos?



H_0 = el promedio de contenido de **Zn** en los tres grupos es igual.

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Zn** es distinto.

Tabla 32

Contenido de Zinc en los 3 Rios - Epoca de Maximias.

	Zinc (Zn) (mg/L)			Resultados
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.53750	0.00310	0.00870	SCT = 7.419
2	0.68500	0.05000	0.02180	SCTR = 0.440
3	2.49700	0.06000	0.27780	SCE = 6.979
4	0.16300	1.08900	0.26600	CMT = 0.169
5	0.00230	0.68500	0.54300	CMTR = 0.220
6	0.34695	0.58260	0.05420	CME = 0.166
7	0.34695	0.31580	0.53500	F = 1.324
8	0.34695	0.21170	0.50840	GL = (2,42)
9	0.34695	0.03630	1.05900	T(tabla) = 3.22
10	0.34695	0.24306	0.03350	
11	0.34695	0.24306	0.01770	
12	0.34695	0.24306	0.04590	
13	0.34695	0.24306	0.30830	
14	0.34695	0.24306	0.20650	
15	0.34695	0.24306	0.09910	
PROMEDIO	0.49029	0.29946	0.26566	

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Zinc en los 3 Ríos - Época máximas - llluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.440	2	0.220	1.324	0.27687	3.22
Dentro de los grupos	6.9785005	42	0.166			
Total	7.4185751	44				

$$\boxed{F = 1.324} \leq \boxed{T = 3.22}$$

H_0 = el promedio de contenido de (**Zn**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Zn**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis nula.



Cromo (Cr) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (Cr) en los tres grupos?

Ho = el promedio de contenido de (Cr) en los tres grupos es igual.

Ha = en al menos un grupo el promedio de contenido de (Cr) es distinto.

Tabla 33

Contenido de Cromo en los 3 Rios - Epoca de Maximias

	Cromo (Cr) (mg/L)			Resultados
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.01900	0.00040	0.00200	SCT = 0.658
2	0.06180	0.00900	0.00040	SCTR = 0.071
3	0.11700	0.00800	0.00600	SCE = 0.586
4	0.77300	0.26400	0.00600	CMT = 0.0150
5	0.01860	0.20900	0.06200	CMTR = 0.036
6	0.05560	0.00840	0.00040	CME = 0.014
7	0.05440	0.00440	0.00040	F = 2.557
8	0.05440	0.00192	0.00841	GL = (2,42)
9	0.05440	0.00132	0.00049	T(tabla) = 3.22
10	0.05440	0.00478	0.00069	
11	0.05440	0.00478	0.00518	
12	0.05440	0.00478	0.00877	
13	0.05440	0.00478	0.00717	
14	0.05440	0.00478	0.00059	
15	0.05440	0.00478	0.00039	
PROMEDIO	0.10231	0.03567	0.00726	

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Cromo en los 3 Ríos - Época máximas - llluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	0.071	2	0.036	2.557	0.08957	3.22
Dentro de los grupos	0.5864925	42	0.014			
Total	0.6578992	44				

F = 2.557

≤

T = 3.22

Ho = El promedio de contenido de (Cr) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad



$H_a =$ En al menos un grupo el promedio de contenido de (**Cr**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis Nula.

Hierro (Fe) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (Fe) en los tres grupos?

$H_0 =$ el promedio de contenido de (**Fe**) en los tres grupos es igual.

$H_a =$ en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Fe**) es distinto.

Tabla 34

Contenido de Hierro en los 3 Rios - Epoca de Maximas

	Hierro (Fe) (mg/L)			Resultados
	Rio Ananea	Rio Grande	Rio Crucero	
1	0.01900	1.68500	2.83700	SCT = 88.590
2	0.06180	0.99600	7.96000	SCTR = 26.288
3	0.11700	1.65000	0.20300	SCE = 62.302
4	0.77300	2.69000	0.16300	CMT= 3.0548
5	0.01860	1.75525	0.01600	CMTR= 13.144
6	0.05560	1.75525	1.83000	CME= 2.307
7	0.17417	1.75525	5.42000	F= 5.696
8	0.17417	1.75525	1.12000	GL = (2,27)
9	0.17417	1.75525	1.09000	T(tabla)= 3.35
10	0.17417	1.75525	3.39000	
PROMEDIO	0.17417	1.75525	2.40290	

Fuente : Elaboracion propia

Análisis de Varianza Contenido de Hierro en los 3 Ríos - Época máximas - lluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	26.288	2	13.144	5.696	0.00863	3.35
Dentro de los grupos	62.301881	27	2.307			
Total	88.590305	29				

$$\boxed{F = 5.696} > \boxed{T = 3.35}$$



Ho = El promedio de contenido de (**Fe**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

Ha = En al menos un grupo el promedio de contenido de (**Fe**) es distinto, con 95 % de confiabilidad

Rta: Rechazamos la Hipótesis Nula y Aceptamos la Hipótesis Alternativa.

Aluminio (Al) con 95 % de confiabilidad ($\alpha = 0.05$)

¿Existe diferencia estadísticamente significativa en el promedio de contenido de (**Al**) en los tres grupos?

Ho = el promedio de contenido de (**Al**) en los tres grupos es igual.

Ha = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Al**) es distinto.

Tabla 35

Contenido de Hierro en los 3 Ríos - Época de Máximas

Aluminio (Al) (mg/L)				Resultados
	Río Ananea	Río Grande	Río Crucero	
1	41.41600	1.24700	2.07800	SCT = 11501.402
2	1.80700	0.72900	2.96000	SCTR = 5145.189
3	113.00000	0.85600	0.28200	SCE = 6356.213
PROMEDIO	52.07433	0.94400	1.77333	CMT = 1437.6752
Fuente : Elaboración propia				CMTR = 2572.595
				CME = 1059.369
				F = 2.428
				GL = (2,6)
				T(tabla) = 5.14

Análisis de Varianza Contenido de Aluminio en los 3 Ríos - Época máximas - lluvias						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	GL	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad P	Valor crítico para F
Entre grupos	5145.189	2	2572.595	2.428	0.16879	5.14
Dentro de los grupos	6356.2126	6	1059.369			
Total	11501.402	8				

$$\boxed{F = 2.428} \leq \boxed{T = 5.14}$$

Ho = El promedio de contenido de (**Al**) en los tres grupos es igual, con 95 % de confiabilidad

En al menos un grupo el promedio de contenido de **(Al)** es distinto, con 95 % de
Ha =
confiabilidad

Rta: Aceptamos la Hipótesis.

3.3.8. Interpretación.

Efectuando los cálculos en la tabla 36, se obtienen las medias de todas las
muestras en épocas de estiaje.

Tabla 36

Resultados de las medias época sin lluvias.

Elemento	Ananea	Grande	Crucero	Media	Gran
Hg (mg/L)	0.0006	0.0022	0.0002		0.0010076
As (mg/L)	0.2309	0.0361	0.00795		0.0916425
Pb (mg/L)	0.1285	0.0736	0.02522		0.0757648
Cd (mg/L)	0.0347	0.0109	0.0019		0.0158433
Cu (mg/L)	0.2457	25.615	0.00605		8.6223384
Zn (mg/L)	0.8571	3.7891	4.15474		2.9336521
Cr (mg/L)	0.1851	0.0666	0.00697		0.0862231
Fe (mg/L)	37.961	4.7894	0.7272		14.492444
Al (mg/L)	30.6	3.3638	0.99133		11.651778

Fuente : Elaboracion propia

Efectuando los cálculos en la tabla 37, se obtienen las medias de todas las
muestras en épocas de máximas avenidas.

Tabla 37*Resultados de las Medias de Máximas avenidas*

Elemento	Ananea	Grande	Crucero	Gran media
Hg (mg/L)	0.0004	0.0009	0.001	0.000745243
As (mg/L)	0.6536	0.2118	0.0635	0.309654701
Pb (mg/L)	0.1563	0.0474	0.0162	0.073301587
Cd (mg/L)	0.0047	0.0007	0.0009	0.002117278
Cu (mg/L)	0.2329	0.0706	0.02	0.107823968
Zn (mg/L)	0.4903	0.2995	0.2657	0.351801667
Cr (mg/L)	0.1023	0.0357	0.0073	0.048413175
Fe (mg/L)	0.1742	1.7553	2.4029	1.444105556
Al (mg/L)	52.074	0.944	1.7733	18.26388889

Fuente : Elaboracion propia

Para la interpretación realizamos un comparativo de los ECA con la tabla 6 y 7, así llegamos a las siguientes conclusiones.

3.3.8.1. Interpretación – en épocas de estiaje.**En el río Ananía:**

El arsénico, plomo, cadmio, cromo, hierro y aluminio, están sobre los LMP. No permitidos para consumo humano (categoría A3), pero los niveles de mercurio, cobre y zinc. Están por debajo. Son aceptables para consumo.

En el río Grande:

El mercurio, plomo, cobre, cromo están sobre los LMP. Es decir, no apto para (consumo humano A-3), y el arsénico, cadmio, zinc, hierro y aluminio por debajo.



En el río Crucero:

Los niveles de mercurio, arsénico, cadmio, cobre, cromo, plomo, zinc, hierro y aluminio están por debajo de los LMP, entonces son aptos para consumo humano (categoría A3).

3.3.8.2. Interpretación – en épocas de máximas avenidas.

En el río Ananéa:

El arsénico, plomo, cromo y aluminio, están sobre los LMP. pero los niveles de mercurio, cadmio cobre, zinc y hierro los valores están por debajo.

En el río Grande:

Solo el arsénico pasa el LMP. y los niveles de mercurio plomo, cadmio, cobre, zinc, cromo hierro y aluminio, están por debajo de LMP. consumo humano (categoría A3)

En el río Crucero:

El mercurio, arsénico, plomo, cadmio, cobre, zinc, cromo, hierro y aluminio, están por debajo de los LMP. para consumo humano (categoría A3). Es decir, todos los elementos en estudio.

(a) CONCLUSIÓN 01:

Observamos que en el río Ananea cabecera de cuenca, los valores de contenido de algunos metales sobrepasan los LMP. Y progresivamente conforme va recorriendo el río descenden los valores y llegando al río Crucero todos los valores en estudio están por debajo de los LMP.



Por lo tanto queda demostrado que las muestras del Río Ananea (naciente del río Rámis), En ambas condiciones (estiaje y Max avenidas), inician con el transporte de metales que sedimentan en el recorrido, los mineros están utilizando reservorios para almacenamiento y reutilización en el que usan coagulantes, por eso aparece altas concentraciones de aluminio, convirtiéndose ambos (Al y Si) en elementos tóxicos haciendo al río Grande no apto para riego y consumo humano antes de ser tratada adecuadamente; El pH (5.40-5.80) es ligeramente ácido por lo cual solubiliza y moviliza cierto número de metales tóxicos como el Pb, As, Al y Ni y son arrastrados río abajo y aumenta la conductividad.

(b) CONCLUSIÓN 02:

De las muestras en estudio se determina que la mayor parte de contenido de metales están ubicadas en su mayoría en las desembocaduras de todas las actividades mineras en Ananea, de la misma manera en la desembocadura del río Grande en oriental.

(c) CONCLUSIÓN 03:

De las muestras obtenidas de los mismos lugares de desembocadura se observó que no logran sedimentar con facilidad pasado los 15, 30 , 45 ... días por lo que se demuestra que el material principal contaminante son los coloides por la turbidez que mantienen.

Todos los Resultados obtenidos que se presentan, están comparados con Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua; Decreto Supremo No 004 2017 MINAM.



3.3.9. Determinación de la cantidad de estructuras en el sistema, para controlar el 100 % de volumen de agua con metales. (caudales máximos).

- (a) Análisis de los parámetros hidro geo morfológicos de la cuenca.
- (b) Análisis de los parámetros geomorfológicos, calculados en base a las relaciones que se muestran en la descripción de cada uno, para ello utilizamos la carta nacional en el Arc Map, correspondiente al cuadrángulo de la zona 19 de Ananea, hoja 29-X, 29-Y, 30-X y 30-Y a escala 1/100,000 utilizando el programa, Arcgis, Hec Geo Hms, Global Mapper , Google Earth Pro, Auto Cad Civil 3d.
- (c) Análisis y planteamiento: construcción de 01 represa controladora de caudales para la sub cuenca en general, ubicado en el Río Grande, denominamos presa Rio Grande.

Figura 15

Ubicación de la presa Rio Grande



Fuente : elaboración propia

DATOS DE TODA LA SUB CUENCA: (figura 15)

Ubicación de la represa planteada: zona 19 L hemisferio sur.

coordenada: 416,652 m E,

8°402,117 m S

Tabla 38

Datos de toda la sub Cuenca (Rio Ananea, Rio Grande y Rio Crucero).

Datos:			Resultados	
C=	0.244	const.	Área de la cuenca: (A)	= 676,500 km ²
I=	2.32	mm/hra..	Perímetro de la cuenca: (P)	= 121 km.
T r	25	años	longitud del Rio mayor: (L)	= 46.31 km
A=	676,500	Ha	forma de la cuenca: (red fluvial pobre) (d)	= 0.16
A=	676.5	km ²	coeficiente de compacidad (Kc)	= 1.89
P=	121.00	Km	ancho promedio: (Ap)	= 76.90 km
L	46.00	Km	factor forma: (Ff)	= 6.8
COTA +	4810	msnm	tiempo de concentración: (Tc)	= 25 hrs.
COTA -	4330	msnm	intensidad: (I)	= 2.32 mm/hra..
DIF. =	480	mts	coeficiente de escorrentia (C)	= 0.244
H			caudal maximo: (Q max.)	= 1,066 m ³ /seg.
S=	0.010	m/m	Nro de floculadores:	= 1,362 und.
Q=	1,066.71	m ³ /seg		

Fuente : Elaboracion propia

Por lo tanto: observando la figura 15 y la tabla 38, es un área muy extensa para platear la construcción de una sola planta controladora de sedimentos para un caudal de 1,066.71 m³/seg. Por lo tanto, deducimos que:

- Se observó mediante muestras el exceso de turbiedad por el transporte de coloides que no sedimentan en su estado normal el cual demandaría de muchísimo tiempo para su sedimentación y eliminación por lodos.
- Se calculó el exceso del caudal máximo para nuestros propósitos (diseño de plantas controladoras de caudales con sedimentos), y como se puede ver el resultado: del caudal máximo Q máx. = 1,066.71 m³/seg, lo que hace un planteamiento de 1,362 floculadores para ese caudal.
- De acuerdo a un análisis de cuencas con el software Arc Gis, no todos los tributarios son contaminados ó turbios en la sub cuenca, existen varios tributarios que aportan aguas transparentes a los ríos principales, que al



momento de unirse se mezclan con los de aguas arriba turbios y se contaminan.

- d) Por el análisis de tributarios se identifica 02 microcuencas para su análisis y estudio por contaminación minera (transporte de sedimentos y coloides).

3.3.10. Determinación de 02 microcuencas para el control de caudales turbios por actividad minera.

- a) Como se observa en el planteamiento anterior, el caudal es elevado $Q=1,066.71 \text{ m}^3 / \text{seg}$, demanda de más costo en la instalación de las plantas para el control de sedimentos, por lo que se decide zonificar 02 áreas de estudio y como se observa en la figura 16, con las siguientes características:

Microcuenca 01: Río Ananea,

Microcuenca 02: Río Grande (Oriental),

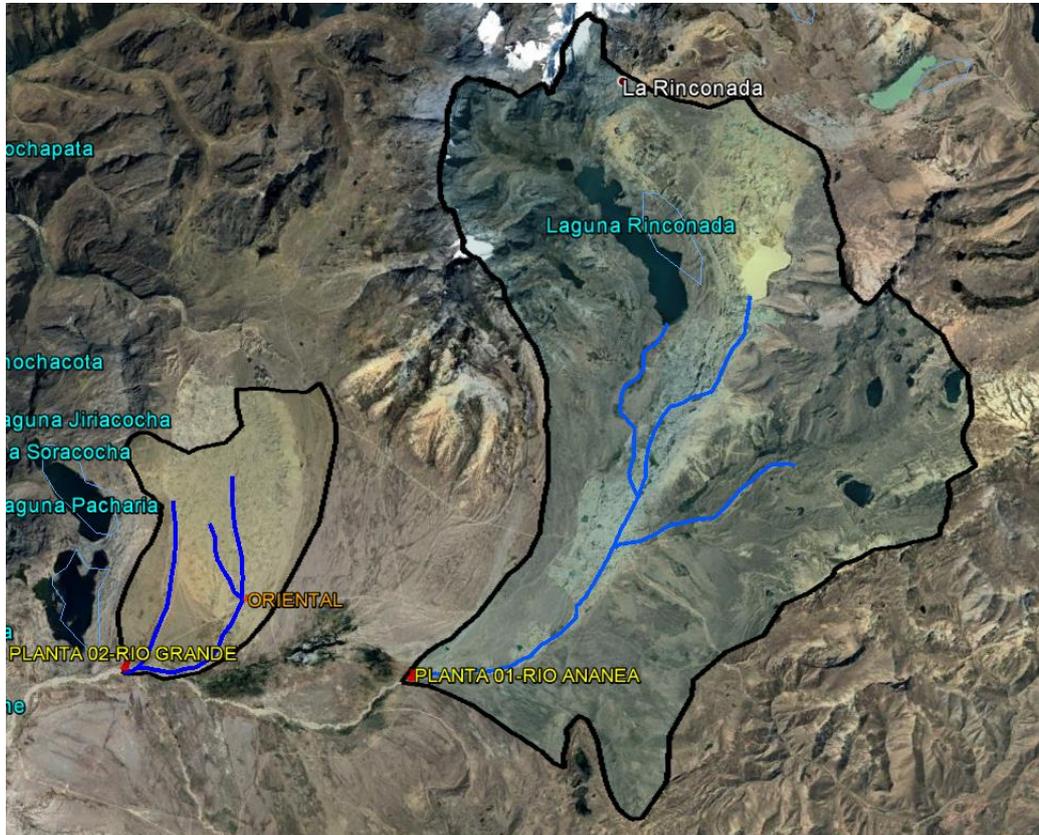
zonas identificadas con mayores trabajos de minería artesanal, y sus afluentes son contaminadas con sedimento y coloides (turbiedad).

- b) Efectuando el estudio e investigación en el mismo sitio, Observamos que no todos los afluentes ó tributarios son contaminados por lo tanto son solo 02 tributarios y zonas de trabajo de minería artesanal o lavaderos. De esta manera se reduce el caudal a controlar.

3.3.11. MICRO CUENCA 01: RÍO ANANEA.

Figura 16

Delimitación de las 02 Microcuencas Específicas de Contaminación.



Fuente : elaboración propia .

3.3.11.1. Estudio hidrológico.

Iniciamos con el análisis del régimen de precipitaciones y caudales, (no existen datos de caudales históricos), necesarias para el diseño de la estructura hidráulica planta controladora de caudales con sedimentos, planteados en la desembocadura de los 02 tributarios delimitados: microcuenca Ananéa y microcuenca oriental, donde predominan las labores de minería artesanal (chutas).



Datos necesarios para estimar el caudal máximo de diseño en la fórmula:

$$Q = C * I * A / 360$$

C= coeficiente de escorrentia

I= intensidad (mm/hra..)

A= area de la cuenca (km2)

(a) *Datos de SENAMHI.*

Oficina del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - Puno (SENAMHI). Los datos meteorológicos que utilizaremos son: Precipitaciones Máximas necesarias para estimar el cálculo del Caudal Máximo, en vista que no existe información de caudales en la sub cuenca en estudio.

Estación Ananea (1964 – 2019).

Tabla 39

Datos estación pluviométrica Ananéa

Lat. y Long.	Coordenadas UTM Huso31(m)	Cota
LAT. (S) 14° 40' 42.4"	X= 442 478 .47	4 660
LONG. (W) 69°32'03.3"	Y= 8 377 171 .03	msnm

Fuente: Elaboracion propia.

Los datos de la estacion Ananea seran utilizados para las 02 microcuencas: Ananea y Oriental.



Tabla 40

Estación Ananea. Precipitaciones maximas

Distribución de Probabilidades Pluviométricas Mediante Gumbel

N°	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Max. Precip.	x_i	$(x_i - x)^2$
1	1964	23	23.00	0.47
2	1965	14.8	14.80	78.94
3	1966	18	18.00	32.32
4	1967	26.8	26.80	9.70
5	1968	70	70.00	2145.10
6	1969	63.7	63.70	1601.22
7	1970	91.5	91.50	4598.90
8	1971	15.6	15.60	65.36
9	1972	16.2	16.20	56.02
10	1973	22.6	22.60	1.18
11	1974	14	14.00	93.80
12	1975	15.4	15.40	68.64
13	1976	14.6	14.60	82.53
14	1977	18.3	18.30	29.00
15	1978	15.6	15.60	65.36
16	1979	14.3	14.30	88.07
17	1980	16.5	16.50	51.62
18	1981	14.6	14.60	82.53
19	1982	24.5	24.50	0.66
20	1983	12.2	12.20	131.90
21	1984	26.7	26.70	9.09
22	1985	19.1	19.10	21.02
23	1986	19.3	19.30	19.23
24	1987	14	14.00	93.80
25	1988	11.6	11.60	146.04
26	1989	16	16.00	59.06
27	1990	15.2	15.20	71.99
28	1991	17.3	17.30	40.77
29	1992	13.5	13.50	103.73
30	1993	12.1	12.10	134.21
31	1994	18.6	18.60	25.86
32	1995	18.2	18.20	30.08
33	1996	22.4	22.40	1.65
34	1997	16.2	16.20	56.02
35	1998	36	36.00	151.66
36	1999	19.2	19.20	20.11
37	2000	25.2	25.20	2.30
38	2001	23.6	23.60	0.01
39	2002	23.8	23.80	0.01
40	2003	36.9	36.90	174.64
41	2004	31	31.00	53.51
42	2005	21.4	21.40	5.22
43	2006	31.5	31.50	61.08
44	2007	33.1	33.10	88.65
45	2008	22.4	22.40	1.65
46	2009	23	23.00	0.47
46		Suma	1089.5	10655.2

Fuente: SENAMHI 2018

(b) cálculo de la Intensidad (I).

Cálculo variable probabilísticas con las siguientes formulas:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 23.68 \quad \text{mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 15.39 \quad \text{mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 12.00 \quad \text{mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 16.76 \quad \text{mm}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 23.68 \quad \text{mm}$$

Con el resultado de las variables probabilísticas calculamos las precipitaciones:

Tabla 41

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias

<i>Periodo Retorno</i>	<i>Variable Reducida</i>	<i>Precip. (mm)</i>	<i>Prob. de ocurrencia</i>	<i>Corrección intervalo fijo</i>
<i>Años</i>	<i>YT</i>	<i>XT'(mm)</i>	<i>F(xT)</i>	<i>XT (mm)</i>
2	0.3665	21.1570	0.5000	23.9074
5	1.4999	34.7556	0.8000	39.2738
10	2.2504	43.7590	0.9000	49.4477
25	3.1985	55.1349	0.9600	62.3024
50	3.9019	63.5742	0.9800	71.8388
100	4.6001	71.9511	0.9900	81.3048
500	6.2136	91.3090	0.9980	103.1792

Fuente: Elaboracion propia.

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Tabla 42

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr..	X24	23.9074	39.2738	49.4477	62.3024	71.8388	81.3048	103.1792
18 hr.	X18 = 91%	21.7558	35.7392	44.9974	49.8420	65.3733	73.9873	93.8930
12 hr.	X12 = 80%	19.1259	31.4191	39.5582	49.8420	57.4711	65.0438	82.5433
8 hr.	X8 = 68%	16.2570	26.7062	33.6244	42.3657	48.8504	55.2872	70.1618
6 hr.	X6 = 61%	14.5835	23.9570	30.1631	38.0045	43.8217	49.5959	62.9393
5 hr.	X5 = 57%	13.6272	22.3861	28.1852	35.5124	40.9481	46.3437	58.8121
4 hr.	X4 = 52%	12.4319	20.4224	25.7128	32.3973	37.3562	42.2785	53.6532
3 hr.	X3 = 46%	10.9974	18.0660	22.7459	28.6591	33.0459	37.4002	47.4624
2 hr.	X2 = 39%	9.3239	15.3168	19.2846	24.2980	28.0171	31.7089	40.2399
1 hr.	X1 = 30%	7.1722	11.7821	14.8343	18.6907	21.5516	24.3914	30.9538

Fuente:Elaboración propia

Calculo de Intensidades de lluvia a partir de Pd. Con la siguiente formula:

$$I = \frac{P \text{ [mm] }}{t_{\text{duración}} \text{ [hr.]}}$$

Tabla 43

Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr.) según el Periodo de Retorno						
Hr.	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr.	1440	0.9961	1.6364	2.0603	2.5959	2.9933	3.3877	4.2991
18 hr.	1080	1.2087	1.9855	2.4999	2.7690	3.6319	4.1104	5.2163
12 hr.	720	1.5938	2.6183	3.2965	4.1535	4.7893	5.4203	6.8786
8 hr.	480	2.0321	3.3383	4.2031	5.2957	6.1063	6.9109	8.7702
6 hr.	360	2.4306	3.9928	5.0272	6.3341	7.3036	8.2660	10.4899
5 hr.	300	2.7254	4.4772	5.6370	7.1025	8.1896	9.2687	11.7624
4 hr.	240	3.1080	5.1056	6.4282	8.0993	9.3390	10.5696	13.4133
3 hr.	180	3.6658	6.0220	7.5820	9.5530	11.0153	12.4667	15.8208
2 hr.	120	4.6619	7.6584	9.6423	12.1490	14.0086	15.8544	20.1199
1 hr.	60	7.1722	11.7821	14.8343	18.6907	21.5516	24.3914	30.9538

Fuente: Elaboración propia

Representación matemática de las curvas Intensidad - Duración -

Período de retorno:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

$$d = K \cdot T^m$$

$$I = \frac{d}{t^n} \Rightarrow I = d \cdot t^{-n}$$

DONDE:

I = Intensidad (mm/hr.)

t = Duración de la lluvia (min)

T = Período de retorno (años)

K, m, n = Parámetros de ajuste.

Tabla 44

Calculo del Valor de "n" Tiempo de Retorno 25 Años

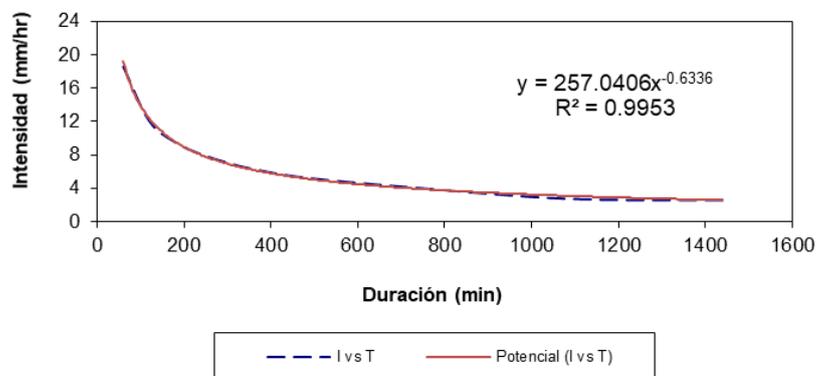
Periodo de retorno para T = 25 años						
Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.5959	7.2724	0.9539	6.9375	52.8878
2	1080	2.7690	6.9847	1.0185	7.1138	48.7863
3	720	4.1535	6.5793	1.4240	9.3685	43.2865
4	480	5.2957	6.1738	1.6669	10.2911	38.1156
5	360	6.3341	5.8861	1.8459	10.8654	34.6462
6	300	7.1025	5.7038	1.9604	11.1819	32.5331
7	240	8.0993	5.4806	2.0918	11.4643	30.0374
8	180	9.5530	5.1930	2.2569	11.7198	26.9668
9	120	12.1490	4.7875	2.4972	11.9555	22.9201
10	60	18.6907	4.0943	2.9280	11.9884	16.7637
SUMATORIA	4980	76.7428	58.1555	18.6436	102.8862	346.9435
$Ln(d) =$	5.5492	$d =$	257.0406	$n =$	-0.6336	

Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Representación gráfica t=25 años y n = 0.6336

Regresión T= 25 años



Fuente:Elaboración propia

En función del cambio de variable, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del período de retorno (T) y el término constante de regresión (d).

Tabla 45

Regresión potencial para valores de “K” y “m”

Nº	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	2	90.3826	0.6931	4.5041	3.1220	0.4805
2	5	148.4756	1.6094	5.0004	8.0479	2.5903
3	10	186.9383	2.3026	5.2308	12.0443	5.3019
4	25	257.0406	3.2189	5.5492	17.8623	10.3612
5	50	271.5885	3.9120	5.6043	21.9241	15.3039
6	100	307.3748	4.6052	5.7281	26.3787	21.2076
7	500	390.0714	6.2146	5.9663	37.0784	38.6214
SUMA	692	1651.8718	22.5558	37.5832	126.4577	93.8667
Ln (K) =	4.5546	K =	95.0673	m =	0.2528	

Fuente:Elaboración propia

valores de (k) y (m) para la fórmula de intensidad.

Termino constante de regresión (K) = 95.0673 ... (a)

Coefficiente de regresión (m) = 0.252754.... (b)

La ecuación de intensidad válida para la cuenca resulta:

$$I = \frac{95.0673 * T^{0.252754}}{t^{0.61885}}$$

DONDE:

I = intensidad de precipitación (mm/hr.)

T = Periodo de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min)

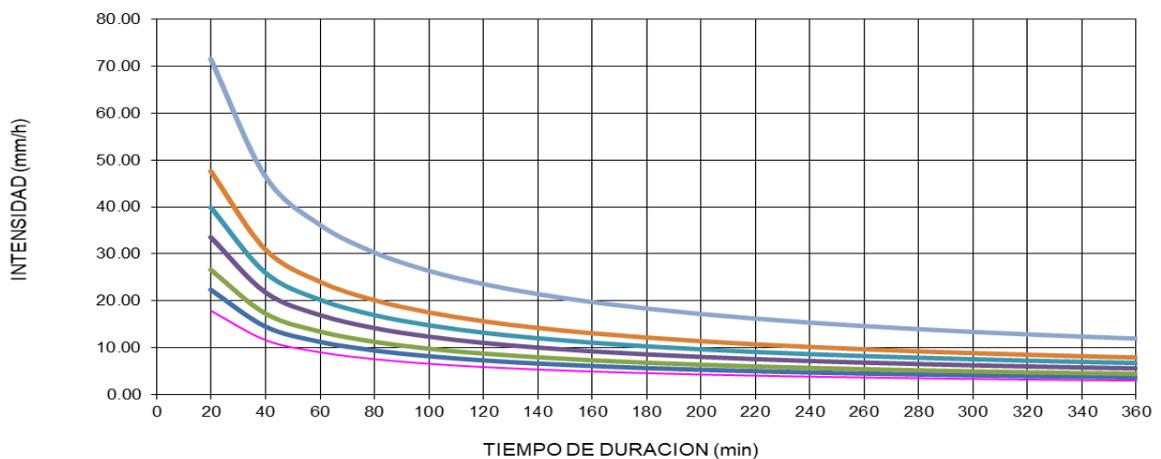
Tabla 46

Intensidades - Tiempo de duración de Precipitación.

Frecuencia años	Duración en minutos												36		
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	0			
2	13.8	0	8.99	6.99	5.85	5.10	4.55	4.14	3.81	3.54	3.32	3.13	97	2.	
5	11.3	7.40	3	8.82	7.38	6.43	5.74	5.22	4.81	4.47	4.19	3.95	74	3.	
10	10.5	20.7	13.5	1	8.79	7.66	6.84	6.22	5.73	5.32	4.99	4.70	45	4.	
25	11.0	26.1	17.0	13.2	11.0	8	9.65	8.62	7.84	7.22	6.71	6.29	5.93	62	5.
50	10.2	31.1	20.2	15.7	13.2	11.5	10.2	7	9.34	8.60	7.99	7.49	7.06	69	6.
100	10.2	37.1	24.1	18.8	15.7	13.7	12.2	11.1	10.2	5	9.53	8.92	8.41	97	7.
500	9.7	55.7	36.2	28.2	23.6	20.5	18.3	16.7	15.3	14.3	13.4	12.6	4	11	

Fuente:Elaboración propia

Curvas IDF



HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 25 AÑOS

Duración de la tormenta (h)	6 hrs.	= 360 min
Intensidad de lluvia (mm/h)	5.62	
Precipitación en 24 horas (mm)	33.69	
Intervalos de tiempo (min)	20	

Tabla 47

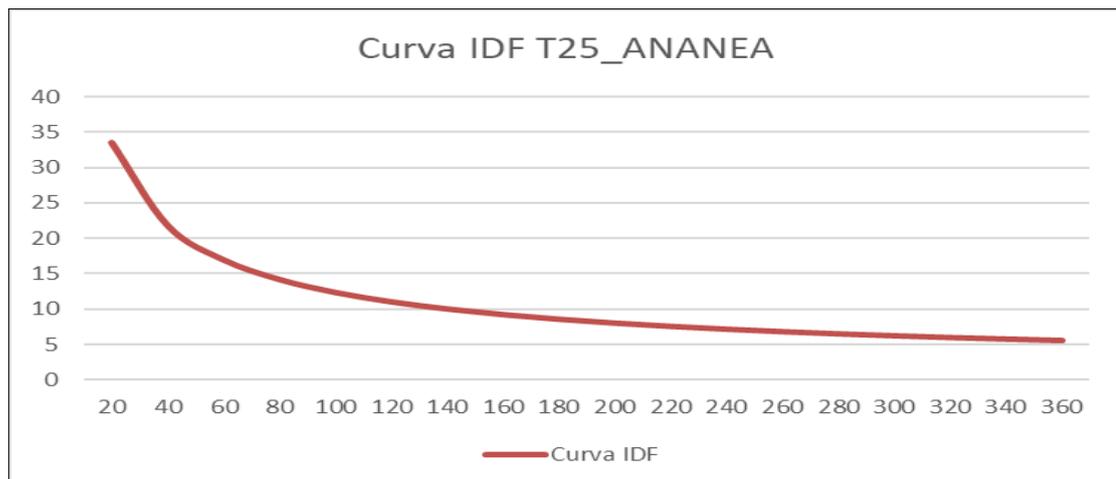
Cuadro resumen del cálculo de intensidad por tiempo (min).

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
20	33.59	11.20	11.20	33.59	0.75	2.26
40	21.87	14.58	3.39	10.16	0.82	2.45
60	17.02	17.02	2.44	7.31	0.89	2.68
80	14.24	18.99	1.97	5.92	1.00	2.99
100	12.41	20.68	1.69	5.06	1.14	3.41
120	11.08	22.17	1.49	4.46	1.34	4.02
140	10.07	23.51	1.34	4.02	1.69	5.06
160	9.28	24.73	1.23	3.68	2.44	7.31
180	8.62	25.87	1.14	3.41	11.20	33.59
200	8.08	26.93	1.06	3.18	3.39	10.16
220	7.62	27.93	1.00	2.99	1.97	5.92
240	7.22	28.87	0.94	2.83	1.49	4.46
260	6.87	29.76	0.89	2.68	1.23	3.68
280	6.56	30.62	0.85	2.56	1.06	3.18
300	6.29	31.43	0.82	2.45	0.94	2.83
320	6.04	32.21	0.78	2.35	0.85	2.56
340	5.82	32.97	0.75	2.26	0.78	2.35
360	5.62	33.69	0.73	2.18	0.73	2.18

Fuente:elaboracion propia

Figura 18

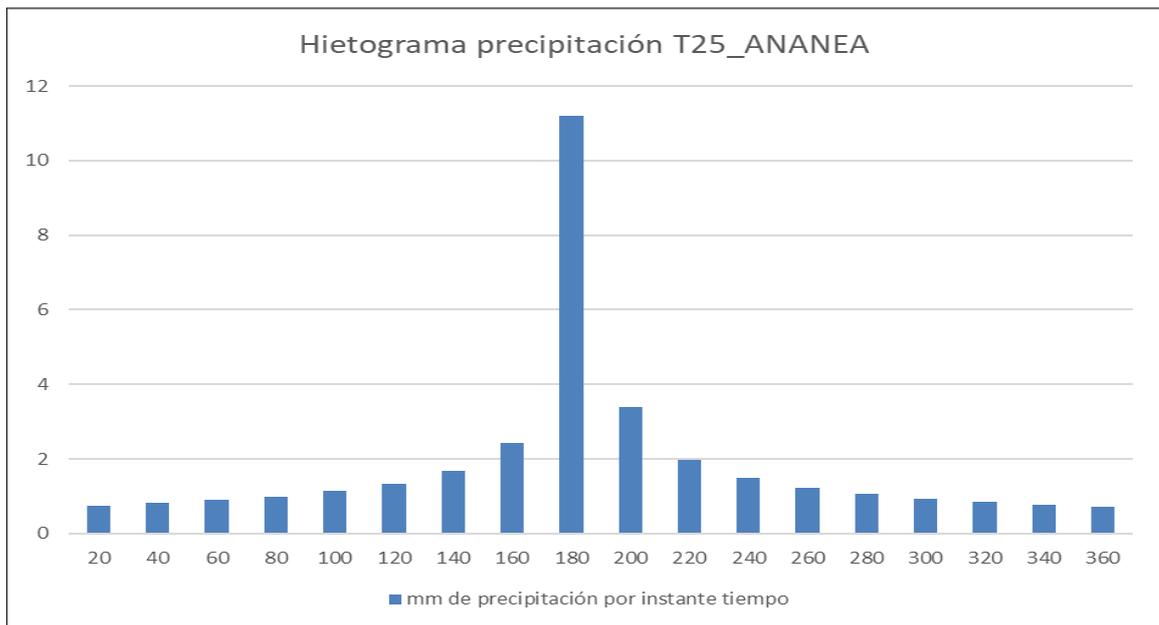
Curva IDF para un tiempo de retorno de 25 años para el Rio Ananéa



Fuente:elaboracion propia

Figura 19

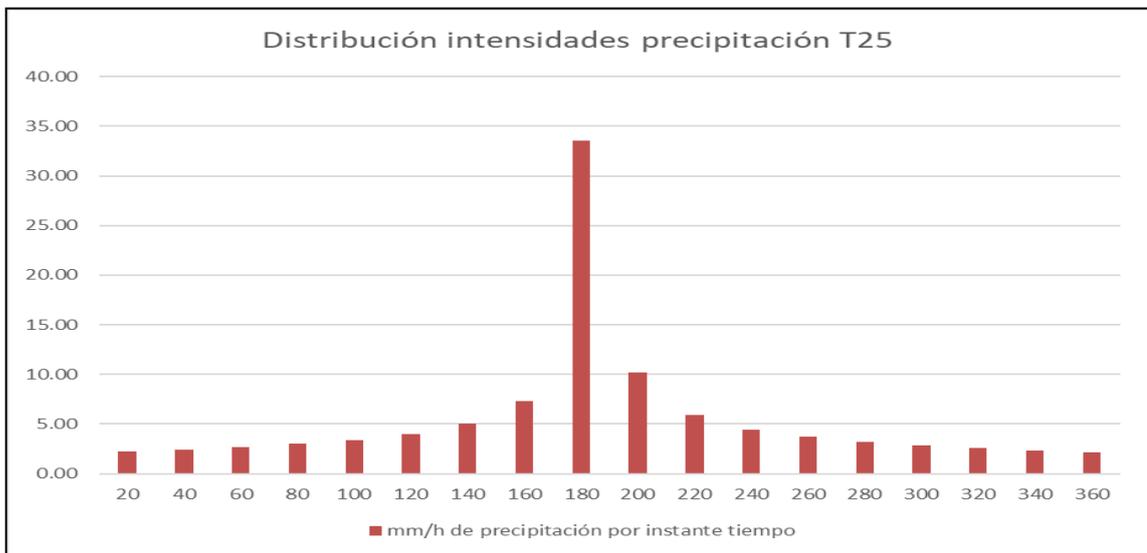
Hietograma de precipitación para un tiempo de retorno de 25 años para el Rio Ananéa



Fuente:elaboracion propia

Figura 20

Distribucion de intensidades para un tiempo de retorno de 25 años - Rio Ananéa



Fuente:elaboracion propia

(c) *Tiempo de concentración. (Tc) = duración (D).*

Para la determinación de la intensidad de diseño es necesario conocer la duración de la lluvia asociada también es considerado igual al tiempo de concentración.

Es el tiempo que se tarda una gota de agua en recorrer el trayecto desde el punto más alejado de ella hasta el punto de consideración (punto de definición de la cuenca).

Existen diferentes expresiones:

KIRPICH $T_c = 0.0662 \left(\frac{Lp^2}{s} \right)^{0.385}$

TEMEZ $TC = 0.126 \left(\frac{Lp}{s_p^{0.35}} \right)^{0.75}$

PASINI $TC = 0.023 \left(\frac{A * Lp}{s_p} \right)^{0.5}$

PIZARRO $T_c = 13.548 \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0.77}$

Tabla 48

Calculo del tiempo de concentración por vaRios métodos (promedio)

formula	tiempo de concentración (tc)						minutos	
Kirpich	112.78	3522.85	23.20	1.5	hrs.	Ananea	92.2	min
Temez	0.30	35.42	14.52	1.8	hrs.	Ananea	109.8	min
Pasini	2594.68	81045.54	284.68	6.5	hrs.	Ananea	392.9	min
Pizarro	112.78	0.33	0.43	5.8	hrs.	Ananea	347.6	min
Promedio Tc =				6.0	hrs.	Ananea	360	min

Fuente:elaboracion propia



$$D = T_c = 6 \text{ hrs.} = 360 \text{ min.}$$

(d) *Pendiente de la zona de estudio 01- río Ananéa (S).*

$$S = \left(\frac{COTA \text{ MAX} - COTA \text{ MIN.}}{\text{Long.del cauce principal}} \right)$$

Datos:

$$\text{Cota máx.} = 4,810 \text{ msnm}$$

$$\text{Cota mín.} = 4,470 \text{ msnm}$$

$$\text{Dif. De cotas} = 340 \text{ m}$$

$$L = 1062 \text{ km}$$

$$S \text{ (pendiente)} = 0.032 \text{ m/m}$$

Período de Retorno: *25 años*

(e) *La ecuación de intensidad válida para la cuenca Ananéa resulta:*

$$I = \frac{95.0673 \cdot T^{0.252754}}{t^{0.61885}}$$

I = intensidad de precipitación (mm/hr.)

T = Período de Retorno (años)

t = Tiempo de duración de precipitación (min) = 360 min. (PROMEDIO)

calculo de la Intensidad:

$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

$K =$

95.0673

$$m = 0.25275$$

$$n = 0.61885$$

donde:

T= Período de retorno en años

t= Tiempo de duración de precipitación (min)

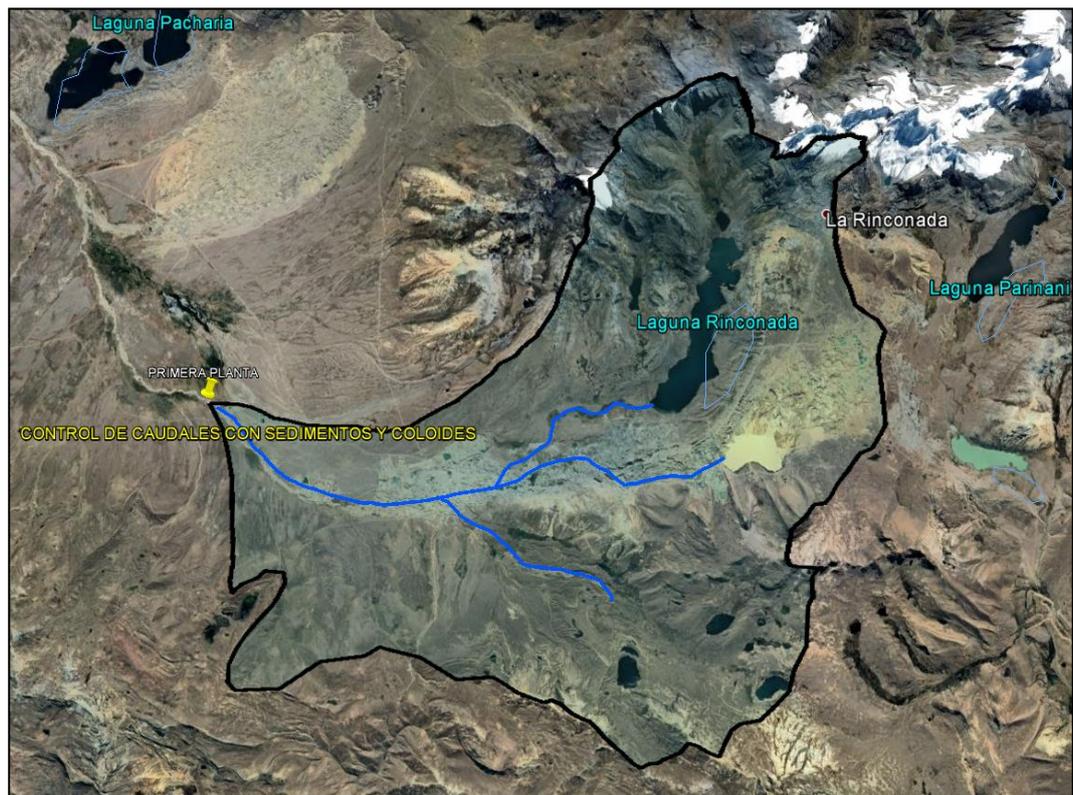
I= Intensidad de precipitación (mm/hora.)

$$I = 5.62 \text{ mm/hora.}$$

3.3.12. Cálculo para el diseño microcuenca 01: Río Ananea.

Figura 21

Micro Cuenca 01-Río Ananea



Fuente: elaboración propia

Área de la microcuenca (A1). = 24,431.69 has = 244.3169 km²

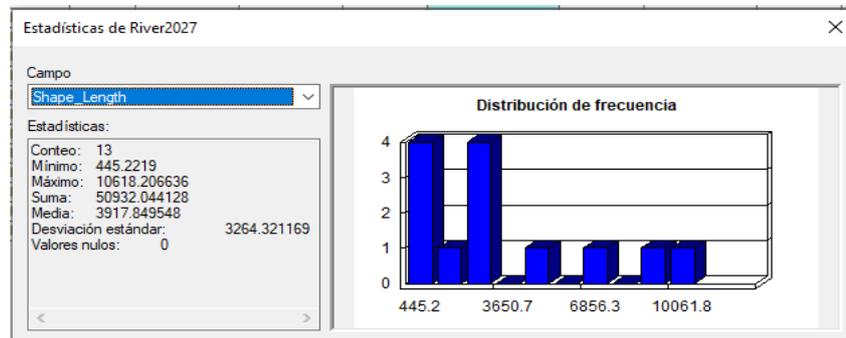
Perímetro de la microcuenca (P1) = 82.4 km p1 = 82,366 metros

(a) *Longitud mayor del río(L1).*

El recorrido mayor del río es desde la cabecera de la cuenca (laguna Sillacunca), siguiendo todos los cambios de dirección o sinuosidades hasta el punto de interés, ubicación de las plantas de control, (figura 21), según Arc Gis obtenemos:

Figura 22

Longitud de río principal mediante arc gis.



Fuente: elaboracion propia

Río principal : 10.62 Km = 10,618 m

(b) *Densidad fluvial de la cuenca. (D).*

Es expresada por parámetros, tales como el ancho promedio de la zona de estudio, coeficiente de compacidad y el factor de forma,

Sabiendo que los valores de densidad fluvial de la cuenca están entre los valores de:

$D = 0.5 - 3.5.$

$$D = Ls / A$$



Ls=	50.932	km
A=	244.32	km ²
D =	0.21	km

Interpretación: D= 0.21 entonces se caracteriza en: Red Pobre

(c) *Coefficiente de Compacidad (Kc)*

$$Kc = \frac{P}{2 \cdot (\pi \cdot A)^{1/2}}$$

P = perímetro de la cuenca (km).

A = área de la cuenca (Km²).

P =	82.4	km
A=	244.32	km ²
Kc =	1.49	

Y por el valor obtenido índice de compacidad Kc= 1.49

Interpretación: los ríos son casi compacta, zona de estudio 01 río Ananea.

(d) *Ancho Promedio (Ap)*.

$$A_p = A / L$$

L = Long. de curso del rio mayor (km).

A= área de la cuenca (Km²).

L =	10.62	km
A=	244.32	km ²
Ap =	23.01	km

(e) *Factor de Forma (Ff)*

Es otro índice numérico con el que se puede expresar la forma y la mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca.

La expresión es la siguiente:

$$F f = A_p / L$$

L = Long. de curso del rio mayor (km).

A_p = Ancho promedio de la cuenca (Km).

L =	10.62	km
A _p =	23.01	km
F f =	2.17	

(f) *Coficiente de escurrimiento. (C)*

Representa la fracción o parte de la lluvia que escurre en forma directa sobre el terreno y toma valores entre 0 y 1, en la microcuenca Ananea se puede observar un caso especial como se observa en la figura 22:

Figura 23

ReservoRios artesanales retienen el escurrimiento normal del agua.



Fuente: elaboracion propia

Como se observa en la figura 22 y 23, Es variable puesto que es un caso especial por la gran cantidad de reservorios artesanales existentes que retienen Grandes cantidades y volúmenes de agua en las diferentes áreas y labores de minería artesanal, a pesar de la magnitud de la lluvia, condiciones fisiográficas,

poca Cobertura vegetal, uso, pendientes, tipo de suelo, etc., por lo que su determinación es aproximada.

Tabla 49

Calculo del Coeficiente (C) promedio

Área Según Uso de Suelos en la Microcuenca Ananea		
Vivienda	63	has
Zona minera o lavado de oro	3,421	has
Zona de cultivos, suelos semipermeables , pendiente suave	982	has
Zona sin uso, variable semipermeable	19,966	has
AREA TOTAL	24,432	has

Fuente:elaboracion propia

Obtenemos el valor de $C = 0.228$

Es importante aclarar que se considera de acuerdo a las tablas los valores de C, y en el caso específico de la zona minera o lavado de oro se considera un valor de 0.20, por la cantidad de reservorios artesanales que existen en las labores con el objetivo de retener las aguas para su actividad lo cual reduce el escurrimiento.

Figura 24

Volumen retenido por las actividades mineras.



Fuente:elaboracion propia



(g) *Calculo de Caudal de diseño por formula de microcuenca 01 río Ananéa.*

(Q1).

$$Q = C \cdot I \cdot A / 360$$

Donde:

C = Coeficiente De Esgurrimento,

I = Intensidad (mm/hra.),

A = Área De La Microcuenca (has)

C =	0.228	
I =	5.62	mm/hra..
T r =	25	años
A =	24,432	ha
A=	244.32	km ²
L	10.62	km
COTA +	4810	msnm
COTA -	4470	msnm
DIF. = H	340	m
S=	0.032	m/m
Q=	86.98	m³/seg

(h) *Calculo de Caudal de diseño método de aforo - micro cuenca 1 – río Ananea. (Q1).*

Se efectuó el aforo respectivo en la época de estiaje y de máximas avenidas, en secciones uniformes ubicándolos con la ayuda del equipo de fotografías aéreas (DRON), también efectuando las mediciones necesarias para la determinación de caudales en ríos:

Figura 25

Medidas y seccionamiento del ríos, estiaje y maximas avenidas



Fuente:elaboracion propia

Datos: Tiempo, Distancia Long. del Rio (10 metros), Velocidad, Sección transversal del río (60 m). Obteniendo los siguientes Resultados:



Tabla 50

Datos de la sección del Rio en máximas avenidas

Dist. (m)	Profundidad	
0	0	m
2	-1.102	m
5	-1.2	m
10	-1.356	m
15	-1.41	m
20	-1.45	m
21	-1.53	m
23	-1.74	m
25	-1.78	m
30	-1.81	m
32	-1.68	m
35	-1.5	m
40	-1.64	m
45	-1.32	m
50	-1.29	m
55	-1.25	m
58.5	-1.06	m
60	0	m

Fuente:elaboracion propia

Tabla 51

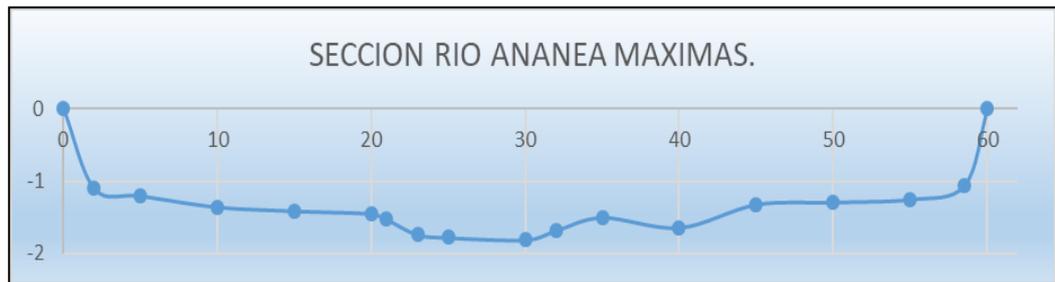
Calculo de velocidad:

N°	Tiempo (Seg.)	
1	12.0	
2	11.2	
3	12.0	
4	11.8	
5	11.4	
6	11.1	
7	11.9	
8	11.6	
9	11.7	
10	11.7	
suma	116.6	
promedio	11.7	seg
distancia	10	m
VEL		
=	0.86	m/seg

Fuente:elaboracion propia

Figura 26

Sección transversal del Rio Ananea en época de máximas(tabla 50)



Fuente:elaboracion propia

Tabla 52

Caudal de Diseño metodo del aforo para la Microcuenca 01

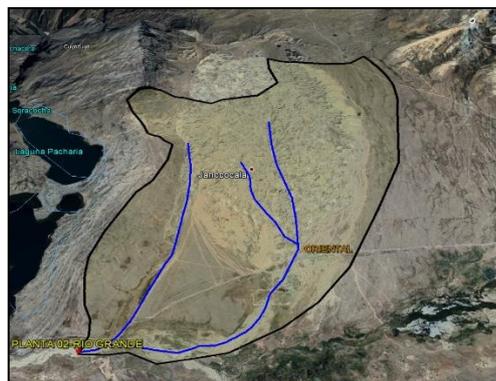
Calculo del caudal		
AREA =	83.49	m2
VELOC. PROM.=	0.86	m/seg
<i>Q=</i>	<i>71.62</i>	<i>m3/seg</i>

Fuente:elaboracion propia

3.3.13. MICRO CUENCA 02: RÍO GRANDE (ORIENTAL).

Figura 27

Microcuenca 02- Río Grande – Oriental



Fuente: Elaboracion propia



3.3.13.1. ESTUDIO HIDROLOGICO (A2).

Iniciamos con el análisis del régimen de precipitaciones y caudales, (no existen datos de caudales históricos), necesarias para el diseño de la estructura hidráulica planta controladora de caudales con sedimentos, por lo que es necesarios los cálculos necesarios para estimar el caudal máximo.

(a) *Área de la microcuenca (A2).*

Divortium aquarum: utilizamos el software ARC GIS, earth google, civil 3d.

Area de la microcuenca 02

$$A2 = 4,444 \text{ Has} = 44.4 \text{ Km}^2$$

(b) *Perímetro de la Microcuenca (P2).*

$$P2 = 30.56 \text{ Km} = 30,560 \text{ metros}$$

Longitud del Rio

$$L2 = 9.30 \text{ (Km)}$$

$$L2 = 9,305 \text{ (m)}$$

(c) *Densidad Fluvial De La Cuenca (D).*

$$D = Ls / A$$

D= 0.40 están entre los valores de: D= 0.50 - 3.50 (red fluvial hídrica pobre)



(d) Coeficiente de Compacidad (Kc)

$$K_c = \frac{P}{2 \cdot (\pi \cdot A)^{1/2}}$$

$K_c = 1.29$ (los ríos son casi compactos en la microcuenca)

(e) Ancho promedio (A p).

$$A_p = A / L$$

$A_p = 4.97$ Km.

(f) Factor de Forma (Ff)

La forma, mayor o menor tendencia a crecientes de una cuenca.

$$F_f = A_p / L$$

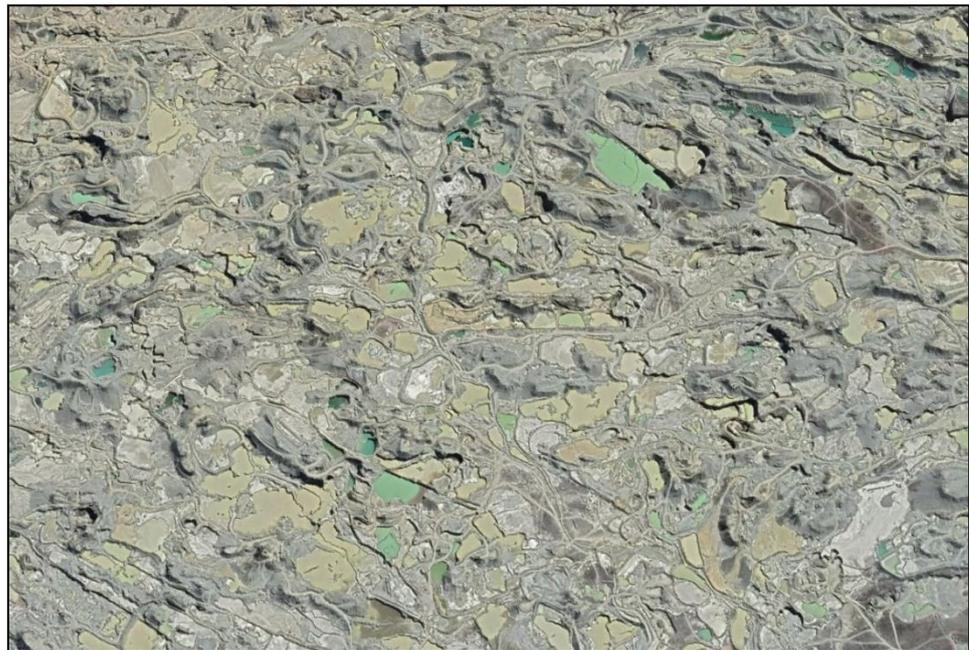
$F_f = 0.35$

(g) Coeficiente de escurrimiento. (C)

las condiciones fisiográficas de esta micro Cuenca Hidrográfica, es de carácter especial, por la gran cantidad de labores mineras o lavaderos existentes en la zona.

Figura 28

Influencia de la labor minera en el coef. de escorrentia



Fuente: Elaboracion propia

Tabla 53

Coficiente según uso de suelos microcuenca 02

Coficiente (C) Según Uso de suelos en la microcuenca 02			coef.	
Vivienda	34.3	has	0.30	10.29
Zona minera o lavado de oro	2,147	has	0.20	429.4
Zona de cultivos, suelos semipermeables , pendiente suave	6	has	0.25	1.41
Zona sin uso, variable semipermeable	2,253	has	0.25	563.265
Area Total		4,440.0	has	1004.4

Fuente: Elaboracion propia

Calculo : coeficiente de escorrentia microcuenca 02

$$C = ((0.3*34.3) + (0.20*2,147) + (0.25*6) + (0.25*2,253)) / 4,440$$

$$C = 1004.4 / 4,440$$

$$C = 0.226$$

(h) Tiempo de Concentración. (Tc) = Duración (D).

Para este cálculo usaremos cuatro métodos



KIRPICH	$T_C = 0.0662 \left(\frac{Lp^2}{s} \right)^{0.385}$	PASINI	$TC = 0.023 \left(\frac{A * Lp}{s_p} \right)^{0.5}$
TEMEZ	$TC = 0.126 \left(\frac{Lp}{s_p^{0.35}} \right)^{0.75}$	PIZARRO	$T_C = 13.548 \left(\frac{L^2}{H} \right)^{0.77}$

(i) *Pendiente de la zona de estudio 01- río Ananea (S).*

$$S = \left(\frac{COTA\ MAX - COTA\ MIN.}{Long.del\ cauce\ principal} \right)$$

L	9,300	m
COTA +	4530	msnm
COTA -	4397	msnm
DIF. = H	133	m
S=	0.014	m/m

Datos:

$$L_p = 9.3 \text{ km}$$

$$H = 133 \text{ m}$$

$$A = 44.4 \text{ km}^2$$

$$S = 0.014$$

Tabla 54

Calculo por diferentes métodos del Tiempo de Concentración

Formula	Tiempo de Concentracion (Tc)				Minutos			
Kirpich	86.49	6047.796992	28.57031	1.9 hrs.	Ananea	113.6	min	
Temez	0.226141	41.12481016	16.2397	2.0 hrs.	Ananea	122.8	min	
Pasini	412.92	28873.35338	169.9216	3.9 hrs.	Ananea	234.5	min	
Pizarro	86.49	0.650300752	0.717956	9.7 hrs.	Ananea	583.6	min	
Tc =				6.0 hrs.	Ananea	360	min	

Fuente:elaboracion propia

$$d = 360 \text{ minutos} = T_c = 6 \text{ horas.}$$

(j) *Periodo de Retorno:* 25 años

(k) *Intensidad. (I)*

$$T = 25 \text{ AÑOS} \quad (\text{Tiempo de Retorno})$$



$$I = \frac{K \cdot T^m}{t^n}$$

$$m = 0.045 \left(\frac{(b1 * L * G1 - lab.)^2}{(Q)^2} * t1 \right)^{1/3}$$

m= 0.252753623

K = 95.0673454119143

I = 5.62 mm/hra..

(I) *Caudal máximo. Para la microcuenca 02 (Oriental)*

$$Q = C * I * A / 360$$

Datos:

C=	0.226	const.
I=	5.62	mm/hra..
T r	25	años
A=	4,440	ha
A=	44.4	km2
P=	30.60	km

L	9.30	km
L	9,300	m
COTA +	4530	msnm
COTA -	4397	msnm
DIF. = H	133	m
S=	0.014	m/m

Q = 15.67 m³/seg

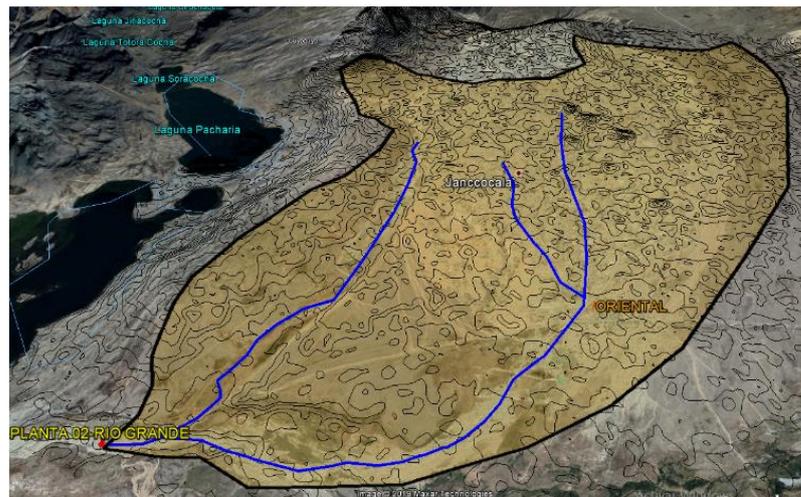
3.3.14. Diseño de la planta controladora de caudales.

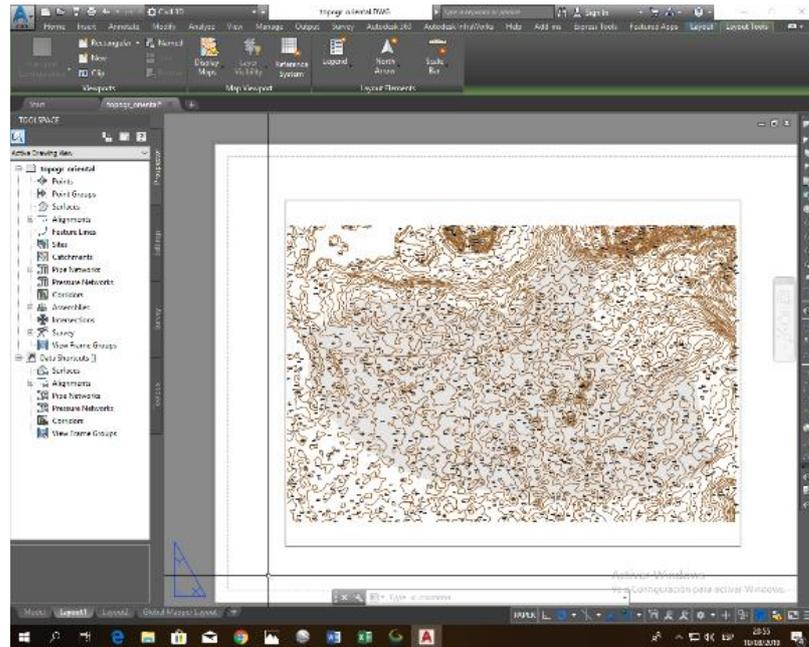
3.3.14.1. Levantamiento Topografico

- Se elaboró un plan de vuelo con dron para el levantamiento topográfico
- Elaboración del plano en Agisoft Photoscan
- Calculo de numero de baterías flocladores para los caudales
- Pre dimensionamiento

Figura 29

Levantamiento topográfico y procesamiento del divortium aquarum.





Fuente: elaboración propia.

3.3.14.2. Pre dimensionamiento micro Cuenca 01 (Ananea).

Datos:

Caudal 01 (Ananea): $Q_1 = 86.95 \text{ m}^3/\text{seg.}$

Primer criterio: no existe una infraestructura de floculación para esa magnitud y caudal, por lo tanto, lo dividimos entre un factor que reduzca el resultado para un caudal manejable y que fundamente teóricamente.

Segundo criterio: el caudal no siempre es constante cabe recordar que es el caudal máximo que podría ocurrir o no en cualquier tiempo o momento En 25 años, entonces lo dividimos o desagregamos a caudales mínimos de funcionamiento.

Tercer criterio: observamos el ancho disponible en la salida de agua o río Ananea en la microcuenca, 1000 mts de ancho disponible:



Se procede con el cálculo y distribución de caudales iguales.

Llegando a la conclusión de plantear diferentes floculadores con un caudal constante:

$$Q_1 = 0.98 \text{ m}^3 / \text{seg.}$$

Caudal por floculador:

Caudal adecuado por floculador: $Q = 0.98 \text{ m}^3/\text{seg}$ aprox. 1
m³/seg

Tenemos un caudal total: $Q = 86.95 \text{ m}^3/\text{seg}$

Entonces el número total de floculadores: $F = 86.95 / 0.98$

Haciendo un total de: $F = 89$ floculadores.

3.3.14.3. Cálculo y pre dimensionamiento: 01 floculador. (modelo)

TRAMO 01

(a) Volumen total de la unidad. (\forall).

$$\forall = Q * T * 60$$

Asumimos T=15 min de retención.

$$\begin{array}{l} Q = 0.98 \text{ m}^3/\text{Seg} \\ T = 15 \text{ min} \\ \forall = 879.6 \text{ m}^3 \end{array}$$

(b) Ancho Total De La Unidad. (B).

$$B = \frac{\forall}{H * L}$$



$$\begin{aligned} V &= 879.6 \text{ m}^3/\text{Seg} \\ H &= 4.5 \text{ m} \\ L &= 16 \text{ m} \\ B &= 12.22 \text{ m} \end{aligned}$$

(c) *Tiempo De Retencion Del (t1).*

$$t1 = \frac{H * b1 * L}{Q}$$

Asumimos $b1 = 4.2 \text{ m}$

$$\begin{aligned} b1 &= 4.2 \text{ m} \\ H &= 4.5 \text{ m} \\ L &= 16 \text{ m} \\ Q &= 0.98 \text{ m}^3/\text{Seg} \\ t1 &= 5.16 \text{ min} \end{aligned}$$

(d) *Numero De Compartimentos Entre Pantallas (m1).*

Con el dato de tiempo $t1 =$ hallamos la gradiente de velocidad en el tramo

$$m1 = 0.045 \left(\frac{(b1 * L * G1 - lab.)^2}{(Q)^2} \right) *$$

$$\begin{aligned} \text{ASUMIMOS } G1 - \text{LAB} &= 28 \text{ s}^{-1} \\ b1 &= 4.2 \text{ m} \\ L &= 16 \text{ m} \\ G1 - \text{lab} &= 28 \text{ s}^{-1} \\ Q &= 0.98 \text{ m}^3/\text{Seg} \\ m1 &= 12.03 \text{ UNID} \\ m1 &= 12 \text{ (tiene que ser par)} \end{aligned}$$

(e) *Espaciamiento Entre Pantallas (a 1)*

$$a1 = \frac{(L - e(m1 - 1))}{m1}$$



ASUMIMOS		m
e =	0.102	(4")
L =	16	m
e =	0.10	m
m1 =	12	UNID
a 1 =	1.24	m

(f) *Calc. De velocidades verticales* (V 1).

$$V_1 = \frac{Q}{(a1 * b1)}$$

Q =	0.977	m3/Seg
a1 =	1.24	m
b1 =	4.200	m
V 1 =	0.188	m/seg

(g) *Velocidad De Paso Curva* (V 2)

$$V_2 = \frac{2}{3} V_1$$

V 1 =	0.188	m/Seg
V 2 =	0.125	m/seg

(h) *altura de paso (abajo) (p) tramo 1*

$$P = \frac{(Q / v2)}{b_1}$$

Q =	0.98	m3/Seg
b1 =	4.20	m
V 2 =	0.125	m/seg
P	1.86	m



(i) *extensión total del tramo (l1) tramo 1*

$$l_1 = 60 * (V_1)(t_1)$$

$$\begin{aligned} V_1 &= 0.188 \text{ m/Seg} \\ t_1 &= 5.157 \text{ min} \\ l_1 &= 58.1 \text{ m} \end{aligned}$$

(j) *Radio Hidráulico (RH). tramo 1*

$$R_H = \frac{a_1 * b_1}{2(a_1 + b_1)}$$

$$\begin{aligned} a_1 &= 1.24 \text{ m} \\ b_1 &= 4.20 \text{ m} \\ R_H &= 0.48 \text{ m} \end{aligned}$$

(k) *altura de ventana entre compartimentos (hv).*

Tramo 01 al tramo 02

$$h_{V\text{-tramo}} = \frac{2 * a_1 * RH}{(a_1 - 2RH)}$$

$$\begin{aligned} a_1 &= 1.240 \text{ m} \\ R_H &= 0.479 \text{ m} \\ h_v &= 4.20 \text{ m} \end{aligned}$$

(l) *altura para la limpieza de lodos (h lv_tramo). tramo 1*

$$h_{lv_tramo} = 0.05 * (b_1)(a_1)$$



b1	4.200	m
a1	1.240	m
h_{lv}	0.2604	m²
h lodos	0.062	m

(m) Perdida de carga continua (ha-1er tramo).

$$h_1 = L_1 \left(\frac{n \cdot V_1}{(RH)^{2/3}} \right)^2$$

perdida de carga en las rectas - tramo 1

rugosidad	n= 0.014	manning
	V 1 = 0.188	m/Seg
	R H = 0.479	m
	h_1 = 0.0011	m

(n) Perdida de carga al dar vuelta (hb-1er tramo).

$$h_2 = \frac{(m+1) \cdot (V_1)^2 + m \cdot (V_2)^2}{2 \cdot g}$$

gravedad	g=	9.810	m/seg²
	m =	12.0	Unid.
	V 1 =	0.188	m/Seg
	V 2 =	0.125	m/Seg
	h_2	0.03	m

(o) perdida de carga total (h f). tramo 1

$$h_f = h_1 + h_2$$

h_1	0.0011	m
h_2	0.0329	m
h f	0.034	m



(p) Volumen del primer tramo (vol_1). Asumimos "e"

$$\text{Vol}_1 = H * b1 * L - e(m1 - 1)(b1)(H - P)$$

asumimos e = 0.102 m

H =	4.5	m
b1 =	4.200	m
L =	16.0	m
m1 =	12	UNID
P	1.860	m
Vol_1 =	290	m³

(q) Gradiente de velocidad total (G-tramo). Tramo 1

$$\sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} = 2619.05$$

$$G = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} * \sqrt{\frac{h_f * Q}{\text{Vol}_1}}$$

asumimos la raiz = 2619.05 m

h f	0.034	m	
Q =	0.977	m ³ /Seg	
Vol_1 =	290	m ³	
G calc =	28.02	s ⁻¹	CALCULADO
G1-lab =	28.00	s ⁻¹	LABORATORIO

(r) Comprobamos El Gradiente De Velocidad En El Canal Vertical (G'

). Tramo 1

$$G' = \sqrt{\frac{\gamma}{\mu}} * \sqrt{\frac{f}{4 RH}} * \sqrt{\frac{1}{2g}} * (V-1)^{1.5}$$

Asumimos f = 0.03

γ =	995.710	kg/m ³
μ =	0.000145	m ³ /Seg
g =	9.81	m/s ²
R H =	0.48	m
V 1 =	0.19	m/Seg
G' =	5.60	s ⁻¹



(s) *Calculo De Paso Superior (h pantalla).*

perdida de carga por pantalla

$$h_{\text{pantalla}} = \frac{hf}{m1}$$

$$\begin{aligned} hf &= 0.034 \text{ m} \\ m1 &= 12 \text{ UNID} \\ \mathbf{h_{\text{pantalla}}} &= \mathbf{0.0028 \text{ m}} \end{aligned}$$

(t) *Perdida de carga superior (h 2).*

tramo 01 al tramo 02

$$h_2 = h_1 - h_{\text{pantalla}}$$

$$\begin{aligned} \text{ASUMIMOS } h_1 &= 0.45 \text{ m} \\ h &= 0.0028 \text{ m} \\ \text{pantalla} &= \\ \mathbf{h_2} &= \mathbf{0.447 \text{ m}} \end{aligned}$$

La Perdida De Carga Calculado = $h_2 + h_{\text{pantalla}} = 0.45$

(u) *Calculo de caudal unitario (q). Tramo 01 al tramo 02*

$$h_2/h_1 = 0.99$$

Asumimos de la tabla $\alpha = 0.28$

$$q = 1.84 * \alpha * h_1$$

$$\begin{aligned} \mathbf{h_1} &= 0.450 \text{ m} \\ \mathbf{q} &= \mathbf{0.232 \text{ m}^3/\text{s/m}} \end{aligned}$$

(v) verificamos y comprobamos ancho del tramo (b').

$$b'_{\text{calculado}} = \frac{Q}{q}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0.977 \text{ m}^3/\text{Seg} \\ q &= 0.232 \text{ m}^3/\text{Seg} \\ b'_{\text{calc.}} &= 4.216 \text{ m} \end{aligned}$$

Comparando si no cumple $b = b'$ entonces asumimos otro h_1

$$4.2 = 4.22$$

Comprobamos que los cálculos se han efectuado correctamente.

Resumen y medidas del floculador (diseño)

Tabla 55

Predimensionamiento del Floculador (diseño) microcuenca 01 (Ananea) $Q= 15.974$

M3/seg

Tramo	Ancho de los tramos (b)	Separacion de pantallas (a)	N° de compartimentos (m)	Altura de pasos inferiores (p)	Altura de pasos superiores	Gradiente = g laboratorio	Gradiente = g diseño	tiempo retencion 1° tramo "t"	Perdida de carga hf
	(m)	(m)	UNID.	(m)	(m)	s^{-1}	s^{-1}	min	(m)
1	4.216	1.24	12	1.860	0.450	28.0	28.0	5.16	0.034
2	4.003	1.24	12	1.860	0.483	28.0	30.156	4.911	0.037
3	3.802	1.51	10	2.263	0.508	25.0	24.372	4.666	0.023

Fuente:elaboracion propia

Tabla 56

Pre dimensionamiento de floculador (diseño) microcuenca 02 (Oriental). $Q= 0.98$

M3/seg

Tramo	ancho de los tramos (b)	Separacion de pantallas (a)	n° de compartimentos (m)	altura de pasos inferiores (p)	Altura de pasos superiores	Gradiente = G laboratorio	Gradiente = G diseño	tiempo retencion 1° tramo (t)	Perdida de carga hf
	(m)	(m)	UNID.	(m)	(m)	s^{-1}	s^{-1}	min	(m)
1	4.216	1.240	12	1.860	0.450	28.0	28.021	5.157	0.034
2	4.003	1.240	12	1.860	0.483	28.0	30.156	4.911	0.037
3	3.809	1.509	10	2.263	0.508	25.0	24.442	4.657	0.024

Fuente:elaboracion propia



3.3.15. CALCULO Y PREDIMENCIONAMIENTO DEL

SEDIMENTADOR:

(Ananea – Oriental)

Caudal máximo $Q = 86.98 \text{ m}^3/\text{seg}$

Caudal de diseño: (para 01 sedimentador - modelo)

$Q = 0.98 \text{ m}^3 / \text{seg}$

datos:

$V_c = 5.1 \text{ mm/seg}$

$V_h = 2 \text{ cm/seg}$

Por formula:

$$Q = V \cdot A$$

$$Q_1 = V_c \cdot A_s$$

$$A_s = Q/V_c$$

Obtenemos:

$$V_c = 0.0051 \text{ m/seg}$$

$$A_s = 192 \text{ m}^2$$

$$A_s = b \cdot L$$

$$L = A_s/b$$

Obtenemos:

$$b = 12 \text{ m}$$

$$L = 16 \text{ m}$$



$$At = b * H$$

$$H = At/b$$

$$Q = Vh * At$$

$$Q = Vh * b * H$$

$$H = Q / Vh * b$$

Obtenemos:

$$H = 0.98 / 2 * 12 \text{ m}$$

$$H = 4.1 \text{ m}$$

$$H = Tr * Vc$$

$$Tr = H / Vc$$

Obtenemos tiempo de retención ó sedimentación:

$$Tr = 798 \text{ seg}$$

$$Tr = 13 \text{ min}$$

$$Tr = 0.22 \text{ hrs.}$$

Medidas del sedimentador: (ver planos)

- Longitud: $L = 16 \text{ m.}$
- Ancho: $B = 12 \text{ m.}$
- Profundidad: $H = 4.1 \text{ m.}$
- Tiempo de sedimentación o retención: $Tr = 13 \text{ min.}$

3.3.16. EVALUACION TECNICO ECONOMICA DEL PROYECTO.

Se efectúa el análisis de los costos de construcción, operación y mantenimiento del sistema de control de caudales contaminados por actividades

mineras (aguas turbias) y si estos gastos pueden ser cubiertos por la rentabilidad agrícola (aguas abajo) con suelos y agua recuperados.

3.3.16.1. Cálculo del costo total de la construcción de Infraestructuras floculador y sedimentador.

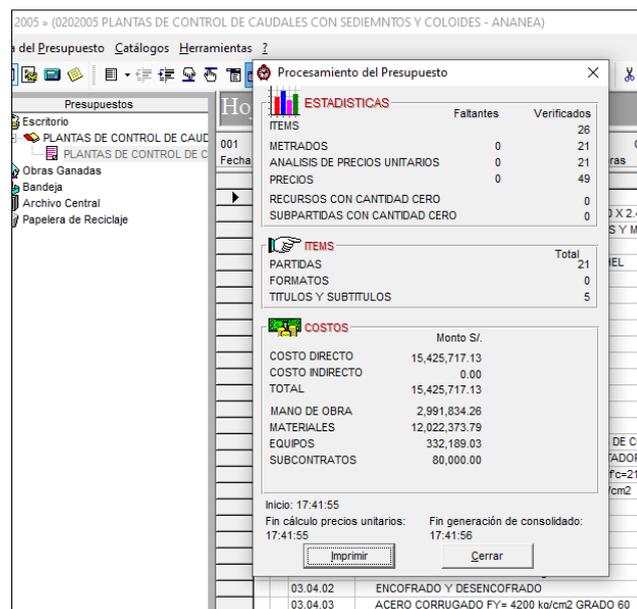
Software: S 10 (anexos)

Costo total de la infraestructura: Valor ref. del 1 dólar = s/ 3.25 (año:2019)

S/ 15 '425,717.13 (soles) = \$ 4'746,374.502 (dólares)

Figura 30

S-10 Valorización de la Obra



Fuente:elaboracion propia

3.3.16.2. Costo de operación y mantenimiento de la planta.

datos importantes para la dosis de floculante y coagulante

- Para agua potable: 10 mg/L
- Para animales y plantas: 7 mg/L

- 10 kg de material floculante (sulfato de aluminio) = 1 m³ de agua
- costo de 01 Tonelada de sulfato de aluminio = \$ 100 (cien dólares)
- (Valor ref. del 1 dólar = s/ 3.25 año:2019).

Interpretación:

- 1 m³ de vol. de agua = necesita 10 kg de floculante = s/ 3 soles
- Para limpiar de coloides a 100 m³ de agua = se necesita \$ 100

Costos de la dosificación de floculante por volumen de agua.

Tabla 57

Costo de la Dosis del Floculante - Coagulante por Vol de Agua

COSTO	COAGULANTE O FLOCULANTE (sulfato de aluminio, otros)			VOLUMEN DE AGUA		
	<i>s/</i>	<i>tn</i>	<i>kg</i>	<i>mg</i>	<i>L</i>	<i>m3</i>
0.00325	0.00001	0.01	10		1	0.001
3	0.01	10	10,000		1000	1
325	1	1,000	1,000,000		100,000	100

Fuente:elaboracion propia

Tabla 58

Costo por segundo de la Dosis de Floculante / Vol de Agua en las 02

Microcuencas

	COSTO	COAGULANTE O FLOCULANTE (sulfato de aluminio, otros)			VOLUMEN DE AGUA	
		<i>s/</i>	<i>tn</i>	<i>kg</i>	<i>mg</i>	<i>L</i>
ANANEA (costo /seg.)	282.685	0.8698	869.8	869800	86980	86.98
ORIENTAL (costo /seg.)	50.9275	0.1567	156.7	156700	15670	15.67

Fuente:elaboracion propia

Tabla 59

Costo de la Dosis del Floculante - Coagulante Por Mes por volumen de agua.

MES	Q. Max. (m ³ /seg.)	COSTO				COAGULANTE O FLOCULANTE (sulfato de aluminio, otros)		VOLUMEN DE AGUA	
		s/	tn	kg	mg	L	m ³		
ENE.	102.7	893,547,720	2,749,377.60	2,749,377,600.00	2,749,377,600,000	274,937,760,000	274,937,760.00		
FEB	82.8	720,379,557	2,216,552.48	2,216,552,483.72	2,216,552,483,721	221,655,248,372	221,655,248.37		
MAR	78.0	678,819,198	2,088,674.46	2,088,674,455.81	2,088,674,455,814	208,867,445,581	208,867,445.58		
ABR	38.2	332,482,873	1,023,024.22	1,023,024,223.26	1,023,024,223,256	102,302,422,326	102,302,422.33		
MAY	15.1	131,607,804	404,947.09	404,947,088.37	404,947,088,372	40,494,708,837	40,494,708.84		
JUN	5.6	48,487,086	149,191.03	149,191,032.56	149,191,032,558	14,919,103,256	14,919,103.26		
JUL	4.0	34,633,633	106,565.02	106,565,023.26	106,565,023,256	10,656,502,326	10,656,502.33		
AGO	11.1	96,974,171	298,382.07	298,382,065.12	298,382,065,116	29,838,206,512	29,838,206.51		
SET	25.5	221,655,248	682,016.15	682,016,148.84	682,016,148,837	68,201,614,884	68,201,614.88		
OCT	37.4	325,556,146	1,001,711.22	1,001,711,218.60	1,001,711,218,605	100,171,121,860	100,171,121.86		
NOV	49.3	429,457,044	1,321,406.29	1,321,406,288.37	1,321,406,288,372	132,140,628,837	132,140,628.84		
DIC	78.0	678,819,198	2,088,674.46	2,088,674,455.81	2,088,674,455,814	208,867,445,581	208,867,445.58		
VOLUMEN TOTAL EN 01 AÑO (m ³ /año)						1,413'052,208.37 M3			

Fuente:elaboracion propia

Calculo del costo total en soles por el total de m³ al año:

Sumatoria del costo en 01 año = s/ 4,592'419,677.21

Cuatro mil quinientos noventa y dos millones de soles para todo el caudal anual.

Interpretacion :

Cada mes tienen diferentes caudales máximos, como se puede observar en la segunda columna: enero = 102.7 m³ / seg y acumula un volumen total de 274'937,760 m³ de agua.

Por ejemplo el mes de JULIO = 4 m³ / seg y acumula un volumen total de 10'656,502 m³ de agua.

Entonces haciendo una sumatoria total del volumen de agua en 01 año es:

1,413'052,208 MM³. Acumulando un gasto total de 4,592'419,677 soles.



3.3.16.3. Rentabilidad en la producción de granos andinos (Quinua).

Tabla 60

Calculo de los Costo de Produccion y Rentabilidad de la Quinua.

RUBROS	Unidad de Medida	Cantidad por (ha)	Precio Unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
I. COSTOS DIRECTOS				2,083.00
INSUMO				100.000
- Certificado común	kg	5	5.00	25.000
- Materia orgánica	kg	1500	0.05	75.000
MANO DE OBRA				1,410.000
- Riego de machaco	J/H	2	25.00	50.000
- Canteo	J/H	4	25.00	100.000
- Preparación sistema de riego	J/H	3	25.00	75.000
- Limpieza	J/H	2	25.00	50.000
- Siembra	J/H	2	25.00	50.000
- Riegos	J/H	5	25.00	125.000
- Abonamiento	J/H	2	25.00	50.000
- Deshierbo	J/H	12	25.00	300.000
- Aporque	J/H	9	25.00	225.000
- Siega	J/H	6	25.00	150.000
- Recojo y trillado	J/H	3	25.00	75.000
- Venteado	J/H	4	25.00	100.000
- Traslado	flete	1	60.00	60.000
MECANIZACION				480.000
- Aradura	yunta	3	80.00	240.000
- Cruza rastreo	yunta	2	80.00	160.000
- Surcado	yunta	1	80.00	80.000
OTROS GASTOS				93.000
- Suministro de agua	riego	5	12.60	63.000
- Sacos	und.	30	1.00	30.000
II. COSTOS INDIRECTOS (Variable)				416.60
- Costos financieros	%	6 meses	12%	249.960
- Administración	%	6 meses	8%	166.640
COSTO TOTAL POR 01 HECTAREA (NUEVOS SOLES)				2,499.60
COSTO TOTAL POR LOS 15,840 HECTAREAS (NUEVOS SOLES)				39,593,664.00
COSTO UNITARIO S/. Kg (2,499.60 / 1,700)			1.47	s/ por kg
PRECIO EN CHACRA S/. kg			4.50	s/ por kg
UTILIDAD (NUEVOS SOLES POR kg)			3.03	s/ por kg
UTILIDAD (NUEVOS SOLES POR ha)				5,150.40
SUELO PARA CULTIVO y RIEGO RECUPERADO CON EL PY.		15,840.00	Has	
RENTABILIDAD TOTAL	s/	5,150.40 * 15,840	=	81,582,336.00

Fuente:elaboracion propia

3.3.16.4. Evaluación económica.

Datos:

COSTO TOTAL SIEMBRA EN LOS 15,840 HECTAREAS (NUEVOS SOLES)	S/	39,593,664.00
COSTO TOTAL DE LA INFRAESTRUCTURA (105 PLANTAS CONTROLADORAS)	S/	15,425,717.13
TOTAL INVERSION INICIAL	S/	55,019,381.13
		-55,019,381.13

COSTO DE OPERACIÓN DEL ANUAL (105 PLANTAS CONTROLADORAS)	S/	4,592,419,677.21
RENTABILIDAD TOTAL AGRICOLA (QUINUA)	S/	81,582,336.00

Calculos:

FLUJO DE INGRESOS		FLUJO DE EGRESOS		FLUJO DE EFECTIVO NETO	
A		B		A - B	
AÑO	VALOR	AÑO	VALOR	AÑO	VALOR
1	81,582,336.00	1	4,592,419,677.21	1	-4,510,837,341.21
2	81,582,336.00	2	4,592,419,677.21	2	-4,510,837,341.21
3	81,582,336.00	3	4,592,419,677.21	3	-4,510,837,341.21
4	81,582,336.00	4	4,592,419,677.21	4	-4,510,837,341.21
5	81,582,336.00	5	4,592,419,677.21	5	-4,510,837,341.21
TOTAL	407,911,680.00	TOTAL	22,962,098,386.05	TOTAL	-22,554,186,706.05

3.3.16.5. Calculo del valor actual neto. Del proyecto. (VAN). y tasa interna de retorno. (TIR).

Tabla 61

Resultados del VAN y TIR

Período	Flujo de Fondos		
0	-55,019,381.13		
1	-4,510,837,341.21		
2	-4,510,837,341.21		
3	-4,510,837,341.21		
4	-4,510,837,341.21	TIR	#¡NUM!
5	-4,510,837,341.21	VAN	\$ -17,154,641,893.14

Fuente : elaboracion propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE METALES Y TURBIDEZ EN LOS RÍOS DE LA SUB CUENCA CRUCERO – ANANEA.

En la tabla 62 podemos observar el analisis comparativo de contenido de metales en cabecera de la sub cuenca (Ananea), parte media (Grande) y la parte baja (Crucero).

Llegando a los siguientes Resultados:

Tabla 62

Comparación de Medias - Contenido de Metales

ELEM ENTO	<i>Medias época de estiaje</i>				<i>Medias época de máximas avenidas</i>			
	ANANE A	GRAND E	CRUCER O	GRAN MEDIA	ANANEA	GRANDE	CRUCER O	GRAN MEDIA
g (mg/L)	0.000 6	0.0022	0.0002	0.0010076	0.000373	0.000866	0.000998	0.000745
s (mg/L)	0.230 9	0.0361	0.00795	0.0916425	0.653646	0.211826	0.063492	0.309655
b (mg/L)	0.128 5	0.0736	0.02522	0.0757648	0.156267	0.047431	0.016207	0.073302
d (mg/L)	0.034 7	0.0109	0.0019	0.0158433	0.004700	0.000717	0.000935	0.002117
u (mg/L)	0.245 7	25.615	0.00605	8.6223384	0.232930	0.070555	0.019987	0.107824
n (mg/L)	0.857 1	3.7891	4.15474	2.9336521	0.490287	0.299458	0.265660	0.351802
Cr (mg/L)	0.185 1	0.0666	0.00697	0.0862231	0.102307	0.035674	0.007259	0.048413
e (mg/L)	37.96 1	4.7894	0.7272	14.492444	0.174167	1.755250	2.402900	1.444106
l (mg/L)	30.6	3.3638	0.99133	11.651778	52.074333	0.944000	1.773333	18.263889

Fuente:elaboracion propia

Se determinó que la mayor concentración de metales es en los sedimentos y en el transporte fluvial su principal contaminación es por turbiedad, predominando material transportado muy fino como son los coloides. (tardan muchísimo tiempo en sedimentar), los valores de la turbidez sobre pasan los 800 UNT y 35 ppm, lo permitido es para consumo clase A1 =5 NTU y para clase A2=100 UNT.

Figura 31

Muestreo contaminación por turbiedad coloidal



Fuente : elaboracion propia

Tabla 63

Estándares de Calidad Ambiental.

			<i>Hg</i>	<i>As</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cr</i>	<i>Fe</i>	<i>Al</i>
			(mg/L)								
categoria 1 - A	consumo humano	A-1	0.001	0.01	0.01	0.003	2.00	3.00	0.05	0.30	0.90
		A-2	0.002	0.01	0.05	0.005	2.00	5.00	0.05	1.00	5.00
		A-3	0.002	0.15	0.05	0.010	2.00	5.00	0.05	5.00	5.00
categoria 3 - D	riego de cultivos	D-1	0.001	0.10	0.05	0.010	0.20	2.00	0.10	5.00	5.00
		D-2	0.010	0.20	0.05	0.050	0.50	24.00	1.00	*	5.00

Fuente: D.S. N°015 (MINAM 2015) normas legales 569079

Por lo tanto, los resultados de las medias se comparan con los estándares de calidad ambiental por elemento :

Mercurio (Hg). No hay diferencia estadística, por lo tanto.

H_o = el promedio de contenido de (**Hg**) en los tres grupos: Río Ananea, Río Grande Y Crucero son iguales.



En relación a los LMP en la categoría 1-A: para CONSUMO HUMANO (clase A-3), no existe contaminación por este elemento porque es menor a los 0.002 mg/L.

Arsénico (As) existe diferencia estadística, por lo tanto:

Ha = en al menos un grupo el promedio de contenido de **As** es distinto.

Para consumo humano (clase A-3), si existe contaminación por parte de este elemento: en la cabecera de Río Ananea por estar encima de los ECA. Mientras que en Río Grande y Crucero están dentro de los ECA.

Plomo (Pb), No hay diferencia estadística, por lo tanto.

Ho = el promedio de contenido de **Pb** en los tres grupos es igual:

En relación a los LMP en la categoría 1-A: para consumo humano (clase A-3), si existe contaminación: Río Ananea y Río Grande por este elemento, por estar encima de los ECA.

Cadmio (Cd), existe diferencia estadística, por lo tanto:

Ha = en al menos un grupo el promedio de contenido de **Cd** es distinto.

consumo humano (clase A-3), si existe contaminación por este elemento en Río Ananea y mínimamente en Río Grande, en cambio en río Crucero no existe contaminación por este elemento por estar dentro de los ECA.

Cobre (Cu), No hay diferencia estadística, por lo tanto.

Ho = el promedio de contenido de **Cu** en los tres grupos es igual.

Todos los valores están dentro de los ECA, no existe contaminación en los 03 ríos, a excepción de un valor que puede haberse cometido un error al momento de la muestra.



Zinc (Zn) No hay diferencia estadística, por lo tanto:

H_0 = el promedio de contenido de **Zn** en los tres grupos es igual.

En relación a los ECA en la categoría 1-A: para consumo humano (clase A-3), no existe contaminación por este elemento.

Cromo (Cr). Si hay diferencia estadística, por lo tanto

H_a = en al menos un grupo el promedio de contenido de (**Cr**) es distinto.

Solo en la cabecera de cuenca del Río Ananea existe contaminación por estar encima de los ECA, aguas abajo no hay contaminación por que sus valores son menores 0.05 mg/L.

Hierro (Fe). No hay diferencia estadística, por lo tanto:

H_0 = el promedio de contenido de (**Fe**) en los tres grupos es igual.

Existe contaminación por este elemento principalmente en el Río Ananea por estar encima de los ECA, y mínimamente en Río Grande.

Aluminio (Al). No hay diferencia estadística, por lo tanto:

H_0 = el promedio de contenido de (**Al**) en los tres grupos es igual.

Existe contaminación por este elemento principalmente en la cabecera de cuenca en el Río Ananea por estar encima de los ECA, y mínimamente en Río Grande.



4.2. DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE ESTRUCTURAS EN EL SISTEMA, PARA CONTROLAR EL 100 % DE VOLUMEN DE AGUA (CAUDALES MÁXIMOS) CON SEDIMENTOS.

Primero. se parte de la propuesta de la construcción una represa para lograr la sedimentación de los materiales suspendidos (metales pesados), los que deberían limpiarse en forma de lodos.

El resultado para esta propuesta es negativo, es decir no cumpliría la función de descontaminar las aguas, puesto que el principal contaminante es la turbiedad por el contenido de material coloidal, haciendo pruebas de campo y en las muestras llevadas para su sedimentación en 05 botellas no logran su transparencia pasados los 30 días.

SEGUNDO. la investigación inicia con la instalación de las plantas controladoras de caudales con sedimentos, en el mismo lugar del planteamiento de la construcción de la represa, logrando los siguientes Resultados:

Área de la cuenca: (A)	= 676,500 km ²
Perímetro de la cuenca: (P)	= 121 km
longitud del Rio mayor: (L)	= 46.31 km
forma de la cuenca:	
(red fluvial pobre) (d)	= 0.16
coeficiente de compacidad	
o índice de compacidad (kc)	= 1.89
ancho promedio (Ap)	= 76.90 km
Factor Forma (Ff)	= 6.8
Tiempo de concentración: (Tc)	= 25 hrs.
intensidad: (I)	= 2.32 mm/hra..
coeficiente de escorrentía (C)	= 0.244



caudal máximo: (Q max.) = 1,066 m³/seg

Nro de floculadores: = 1,362 und

El resultado del caudal máx. es Q= 1,066 m³/seg., por lo tanto, es un caudal difícil de controlar en un solo punto, puesto que son tributarios de todas las microcuencas. Entonces se identifican las zonas de mayor contaminación por actividad minera: zona de Ananea (microcuenca 1) y la zona de Oriental. (microcuenca 2).

Q1= 86.95 m³/seg. (microcuenca del río Ananea)

Q2= 15.67 m³/seg. (microcuenca del río Grande – Oriental)

Asumimos para un caudal maximo de = 0.98 m³/seg = 01 planta floculador

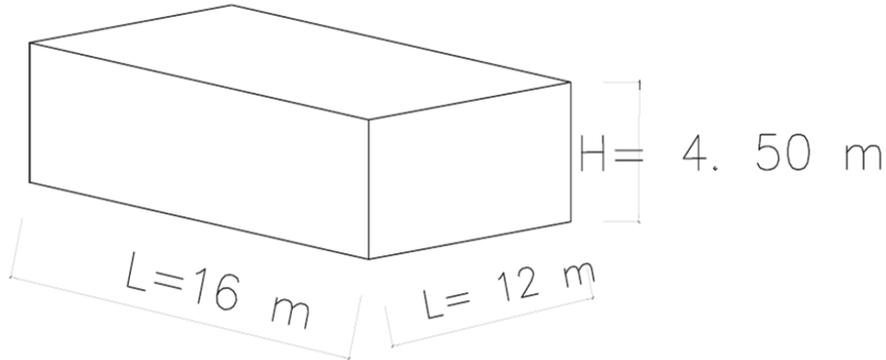
Llegando a los siguientes Resultados:

- Ananea: 24,432 hás = 86.95 / 0.98 (m³/seg) = necesitamos 89 floculadores
- Oriental: 4,440 hás = 15.67 / 0.98 (m³/seg) = necesitamos 16 floculadores

Cada floculador con las siguientes medidas: Largo = 16m*12m * 4.5m de altura

Figura 32

Dimensión del floculador y sedimentador (Ver: planos anexos 01)



Fuente:elaboracion propia

Con respecto a las plantas sedimentadores (caudal de $0.98 \text{ m}^3/\text{seg}$), y limpieza de lodos las dimensiones y el número de sedimentadores son las mismas de acuerdo al diseño.

4.3. COSTOS DE CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.

El costo de construcción total de la infraestructura es:

$$\text{S/ } 15\,425,717.13 \text{ (SOLES)} = \$ 4\,746,374.502 \text{ (DOLARES)}$$

El costo de operación y mantenimiento del sistema controlador de caudales son diferentes para cada mes, como se detalla en la tabla 64:

Tabla 64*Costo mensual de tratamiento del agua.*

<i>MES</i>	<i>CAUDAL m3/seg</i>	<i>VOLUMEN</i>	<i>M3</i>	<i>COSTO EN SOLES</i>
ENE.	102.7	274,937,760.00		893,547,720.00
FEB	82.8	221,655,248.37		720,379,557.21
MAR	78.0	208,867,445.58		678,819,198.14
ABR	38.2	102,302,422.33		332,482,872.56
MAY	15.1	40,494,708.84		131,607,803.72
JUN	5.6	14,919,103.26		48,487,085.58
JUL	4.0	10,656,502.33		34,633,632.56
AGO	11.1	29,838,206.51		96,974,171.16
SET	25.5	68,201,614.88		221,655,248.37
OCT	37.4	100,171,121.86		325,556,146.05
NOV	49.3	132,140,628.84		429,457,043.72
DIC	78.0	208,867,445.58		678,819,198.14

Fuente:elaboracion propia

Por lo tanto, el costo anual de operación y mantenimiento del sistema controlador para un caudal acumulado de:

$$1,413'052,208.37 \text{ M3 en 01 año} = \text{s/ } 4,592'419,677.21$$

(cuatro mil quinientos noventa y dos millones de nuevos soles).

4.4. RESULTADO DEL COSTO Y RENTABILIDAD DE LA QUINUA.

- Sembrar 1 hectárea de quinua = s/ 2,499.60 nuevos soles.
- 1,700 kg/há (rendimiento) de quinua producida en las 15,840 há nos da una rentabilidad de 81'582,336 (ochenta y un millones quinientos ochenta y dos mil trescientos treinta y seis nuevos soles)

Por lo tanto, el estudio técnico de la construcción es factible, pero la sostenibilidad de operación y mantenimiento de la obra afecta en lo económico no siendo factible, puesto que las ganancias totales de rentabilidad produciendo granos andinos en los suelos recuperados no logran cubrir estos gastos, puesto que la TIR en la fórmula es un %

negativo y no existe y el VAN nos resulta negativo y se demuestra que no es rentable la inversión.

TIR	#¡NUM!
VAN	\$ -17,154,641,893.14

4.5. DISCUSIÓN

Los metales pesados presentes en el análisis, sugieren que es producto posiblemente de las actividades mineras en las partes altas de la cuenca, ya que esas industrias de minería y obras auxiliares, causaron contaminación severa, asimismo de la actividad natural proveniente de las rocas, dependiendo de los tipos de metales, como lo refieren (Chai et al., 2017; Pari-Huaquisto et al., 2020). De igual manera se sabe que las características dinámicas características de los procesos relacionados con los sedimentos en los ríos incluyen los efectos dramáticos de los eventos de aguas pluviales en el transporte de partículas, los efectos rápidos y de gran alcance de la oxidación de sulfuros durante la suspensión y la acumulación biológica y la liberación potencial de sustancias químicas tóxicas (Förstner, 2004). Asimismo, el control de drenaje ácido de minas, se puede alcanzar mediante los humedales naturales que desempeñan un papel importante en la remediación de contaminantes, como la remediación del drenaje ácido de minas (AMD) de sitios mineros abandonados (Aguinaga et al., 2018)

En un proyecto, ya sea publico o privado, es muy importante la rentabilidad económica de una infraestructura, en este caso se trata de un tanque o planta controladora de caudales con sedimentos, además debe ser un proceso ecológico y ambientalmente sostenible. Conociendo la capacidad de producción de la planta, considerando la simulación de los procesos, precios, etc., Por ejemplo, para el análisis tecno económico



se considera un requisito de rentabilidad mínima, tasa interna de retorno (TIR), además, debe hacerse un análisis de sensibilidad (Ashok et al., 2018).



V. CONCLUSIONES

Conclusión del objetivo específico 01.

En los 03 ríos de la sub cuenca en estudio, si existen metales pesados que son transportados como sedimentos en suspensión, pero de los mayores valores (mg/L), como del arsénico, Plomo, cadmio, cromo, hierro y aluminio que están por encima de los ECAs para aguas de consumo humano, riego de plantas y bebida de ganados, los mismos que no son recomendables para su consumo en general. Llegamos a la conclusión de afirmar nuestra primera hipótesis: La mayor concentración de metales, sedimentos y coloides, está en la cabecera de la sub cuenca Crucero – Ananea. Puesto que los Resultados apuntan a los mayores valores del contenido de metales y turbiedad en la salida de aguas o relaves mineros de los lavaderos de oro. Puesto que las 02 áreas delimitadas (microcuencas: Ananea y Oriental) son las principales áreas contaminantes con material coloidal logrando un agua turbia difícil de sedimentar.

Conclusión del objetivo específico 02.

En vista que se redujo los caudales en 02 puntos de salida de los principales tributarios contaminadoras (01 Río Ananea y 01 en el Río Grande en Oriental), por lo que se dividió el caudal máximo principal a caudales controlables (0.98 m³/seg), de tal manera que el funcionamiento de las diferentes plantas floculadores y sedimentadores varían de acuerdo al caudal (relave o aguas residuales) que circulen y cumplan con su funcionamiento de acuerdo al tiempo y momento. Por lo tanto, concluimos en rechazar la hipótesis: Solo una planta controladora de caudales será necesario para controlar el 100 % de sedimentos (metales y coloides), recuperando el 100 % del volumen de agua. Llegando a la conclusión: que necesitamos de 105 plantas controladoras de caudales con sedimentos. Ananea: = 89 floculadores y Oriental: = 16 floculadores



Conclusión del objetivo específico 03:

los costos de operación y mantenimiento de la planta son muy elevados, puesto que para recuperar 1 m³ de agua, necesitamos 3 soles. Llegando a la conclusión de rechazar esta hipótesis: Con las plantas controladoras recuperamos suelos y agua logrando rentabilidad agrícola para cubrir únicamente el costo de construcción mas no los gastos de operación y mantenimiento de la planta durante todo el año.

Conclusión general:

Al evaluar el estudio técnico - económico de la instalación de una planta controladora de caudales con sedimentos (metales y coloides) en la sub cuenca Crucero – Ananea. El costo de construcción es factible, el problema principal es con el costo de operación de la planta para caudales máximos principalmente en las épocas de lluvias. En las épocas de estiaje si se puede controlar los sedimentos coloidales en las plantas por lo mismo que son mínimos caudales, logrando su transparencia para cuidados ambientales. Por otro lado, si es que operan las labores mineras en tiempos de máximas avenidas los caudales contaminados se incrementan, por lo tanto, estos costos adicionales en la recuperación del agua deberían ser cubiertos por las concesiones y empresas mineras que operan en la zona, caso contrario tienen que suspender sus actividades, puesto que la recuperación ambiental es invaluable.



VI. RECOMENDACIONES

Con el presente trabajo se alcanzó establecer algunos aspectos y/o elementos que nos permitieron identificar, entender y tomar conciencia de la magnitud en los efectos que ocasionan los relaves mineros (ríos turbios), en la calidad del río Ananea y a partir de ello, promover alternativas y recomendar acciones de posibles soluciones:

Se recomienda al gobierno central, regional y locales; implementar un Sistema de Monitoreo y Control Regional de los recursos hídricos; tomar medidas de prevención, control y mitigación de los impactos de actividades mineras informales, de tal manera que puedan cubrir los gastos de recuperación del líquido elemento, caso contrario deberían cerrarse y suspenderse las actividades mineras puesto que tener vida sana en la cuenca del río Rámis es invaluable.

Se recomienda a las empresas mineras cerrar las salidas de agua y reutilizarlas mediante una serie de reservorios o darle un tratamiento previo en cada labor mediante plantas floculadores cubriendo sus propios gastos de operación y mantenimiento de los mismos.

Se recomienda, conformar un Equipo Profesional Especializado y conocedor de la zona y el tema para la continuidad del estudio; además, la asignación de un presupuesto adecuado para su estudio de parte de las entidades estatales locales y nacionales.

Se recomienda formular nuevas normas ambientales legales obligando al minero artesanal la emisión de aguas transparentes. Leyes que promueva el monitoreo y muestreo mensual y cuidado del agua por parte de los mineros.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Aguinaga, O. E., McMahon, A., White, K. N., Dean, A. P., & Pittman, J. K. (2018). Microbial Community Shifts in Response to Acid Mine Drainage Pollution Within a Natural Wetland Ecosystem. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 9, p. 1445). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01445>
- Alfaro, R. (2011). *Erosión y Transporte de Sedimentos*. Unidad de Impresión, Universidad Nacional del Altiplano Puno.
- Alfaro, R., & Gonzales, V. (2008). *Estadística y probabilidades para ingenieros*. UNA Puno.
- (PNUMA), P. d. (2011). *Perspectivas del Medio Ambiente. GEO Titicaca, 1(1)*, 40. Obtenido de [file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/2548%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/2548%20(2).pdf)
- A.N.A. (2018). *Resultado del monitoreo de la calidad de agua de la cuenca del río Grande*. Obtenido de <https://repositoRio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2576?show=full>
- Alonso, R. I. (1995). *Hidraulica . Metodo Racional* , 24-26.
- Andia, Y. (2000). *Tratamiento de Agua Coagulación y Floculación . Evaluación de Platas y Desarrollo Tecnológico.*, 9-30.
- Barceló, D. y López, M. J. (2007). *Contaminación y calidad química del agua: el problema de los contaminantes emergentes.* . (I. d. Ambientales-CSIC., Ed.) Barcelona, España.
- Bermúdez, M. (2010). *Contaminación y turismo sostenible*. México: CETD SA.



- Bangalore Ashok, R. P., Oinas, P., Lintinen, K., Sarwar, G., Kostianen, M. A., & Österberg, M. (2018). Techno-economic assessment for the large-scale production of colloidal lignin particles. *Green Chemistry*, 20(21), 4911–4919. <https://doi.org/10.1039/C8GC02805B>
- Bordino, J. (2021). *Ecología Verde*. RosaRio, Santa Fe, Argentina: U.N.Q.
- Cervantes y Moreno . (2010). *Contaminación ambiental por metales pesados impacto en los seres vivos*. México, México: AGT, Editor, S.A.
- Coloma-Paxi, B. P., Alfaro-Alejo, R., & Ginez-Choque, P. A. (2018). Comportamiento geomorfológico de dos cuencas endorreicas de la región de Puno.
- Chai, L., Li, H., Yang, Z., Min, X., Liao, Q., Liu, Y., Men, S., Yan, Y., & Xu, J. (2017). Heavy metals and metalloids in the surface sediments of the Xiangjiang River, Hunan, China: distribution, contamination, and ecological risk assessment. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(1), 874–885. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-7872-x>
- Chavez, R. (1997). Hidrología para ingenieros. En R. Chavez, *Pontificia Universidad Católica del Perú* . Lima , Perú .
- Chow, V. T. (1994). Hidrología Aplicada. En V. T. Chow, *Hidrología Aplicada*. Bogotá, Colombia : McGRA W-HILL INTERAMERICANA, S.A.
- Chow, V. T. (1994). *Hidrología Aplicada* .
- Constituyen Comisión Multisectorial - Cuenca del Río Ramis, R.M. N° 192-2007 PCM (Resolución Ministerial 05 de julio de 2007).



de Azagra Paredes, A. M. (junio de 2006). *Metodo de los Coeficientes de Escorrentia*.

Obtenido de Mauco Generalizado : www.oasificación.com

Douglas D. Sarango, Guido A. Rozas, Bernardino Salvador, Teresa O. Velásquez, Jaime Sullca, Julio J. Mansilla. (2012). Determinación del rendimiento hídrico en la cuenca alta del río Grande en. *Revista de Investigación de Física*, 1(1), 15. Recuperado el junio de 2019, de <file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/30127.pdf>

Förstner, U. (2004). Sediment dynamics and pollutant mobility in rivers: An interdisciplinary approach. *Lakes & Reservoirs: Science, Policy and Management for Sustainable Use*, 9(1), 25–40. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2004.00231.x>

Gonzales, V. A. G., & Alejo, R. A. (2008). Desarrollo de cuencas de alta montaña. UNA Puno.

Gonzalo, L. S. (2010). *Metales pesados: Aportaciones al estudio toxicológico de especies y alimentos marinos en las islas canarias*. El Caribe: Editores Ciencias y Tecnologías.

INGEMMET. (2008). MEMORIA INSTITUCIONAL. *Memoria de Gestion Institucional*

.

MINAGRI. (2003). Convenio de Cooperacion tecnica Interinstitucional . *ALT-INRENA*, 03-04.

MINAM. (2015). *ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL*. Lima, Peru: el Peruano. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/lima-30-de-diciembre-de-2015-mediante-decreto-supremo-no-015-2015-minam-publicado-el-19-de>



diciembre-de-2015-en-el-diaRio-oficial-el-peruano-el-ministeRio-del-ambiente-
minam-en-coordinacion/

MINAM. (2017). Manual De Buenas Prácticas En Minería Aurífera Aluvial Sur. *Manual de buenas prácticas en minería*, 11-18. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2017/02/2017-01-30-Manual-de-buenas-pr%C3%A1cticas-en-miner%C3%ADa-aur%C3%ADfera-aluvial-para-faciLar-una-adecuada-recuperacion-de-%C3%A1reas-FINAL-3.pdf>

MINAM. (01 de enero de 2021). *Límite Máximo Permisible (LMP)*. (Minam, Editor) Obtenido de <https://infoaireperu.minam.gob.pe/limite-maximo-permisible-lmp/>
<https://infoaireperu.minam.gob.pe/limite-maximo-permisible-lmp/>

Monsalve, G. (1995). *Hidrología en la Ingeniería*. HIDRO SM.

O.M.S. (2016). Calidad del Agua destinada al consumo humano. *Revista Ciencia UNEMI*, 109-117.

Patra & Sharma A. (2000). *Mercury toxicity*. London: In: Plants. Bot.

Pari-Huaquisto, D. C., Alfaro-Alejo, R., Pílares-Hualpa, I., & BelizaRio, G. (2020). Seasonal variation of heavy metals in surface water of the Ananea river contaminated by artisanal mining, Peru. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614, 12167. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/614/1/012167>

Ponce, V. M. (1989). *Engineering Hydrology: Principles and Practices* (Vol. 640). Englewood Cliffs, NJ. Prentice Hall.



- PEBLT. (21 de abril de 2021). CONSTRUCCIÓN DE PRESA HUACCHANI. *CONSTRUCCIÓN DE PRESA HUACCHANI ES DECLARADA DE INTERÉS NACIONAL PARA DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN MINERA*, pág. 1. Obtenido de <https://pelt.gob.pe/pelt/?p=3819>
- Pérez, L. (2005). Teoría de la Sedimentación. (I. I. S., Ed.) *Hidráulica Aplicada a la Ingeniería Sanitaria* .
- Peris, M. (2006). *Estudio de metales pesados en suelos bajo cultivos hortícolas de la provincia de Castellón* . (I. Química., Ed.) Valencia, España: Universidad de Valencia.
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2008). El Uso del Mercurio en la Minería del oro Artesanal y en Pequeña Escala. *comunidades y minería en pequeña escala*, 4-5.
- Ramirez, A. (2002). Toxicología del cadmio. *Conceptos actuales para evaluar exposición ambiental uocupacional con indicadores biológicos*, 51-64.
- Rios,E. H Cotler, E. González I. Pineda,R. (2013). *Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión*. (Vol. 1ra). Mexico: SEMARNAT. Obtenido de <https://www.agua.org.mx/>
- Rocha, F. A. (2011). La Morfología Fluvial y su Incidencia en la Estabilidad de las Obras Viales. *VIII CONGRESO INTERNACIONAL OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL* (pág. 2). Lima: UNI.
- Romero, L. (2009). Contaminación por metales pesados. . *Revista científica ciencia médica.*, p. 45.



Salas, F. (2010). *Estudio de los niveles de contaminación por metales pesados en la zona de Ananea*. Obtenido de <http://repositorioRio.unap.edu.pe/>: <http://repositorioRio.unap.edu.pe/handle/UNAP/578>

Salas, F. (2014). Determinación De Metales Pesados en las Aguas del Río Ananea Debido a la Actividad Minera Aurífera, Puno-Perú. *Revistas.unap.edu.pe*, 1-7. Obtenido de <http://revistas.unap.edu.pe/epg/index.php/investigaciones/article/view/14/11>

Song, B., Zeng, G., Gong, J., Liang, J., Xu, P., Liu, Z., Zhang, Y., Zhang, C., Cheng, M., Liu, Y., Ye, S., Yi, H., & Ren, X. (2017). Evaluation methods for assessing effectiveness of in situ remediation of soil and sediment contaminated with organic pollutants and heavy metals. *Environment International*, 105, 43–55. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.05.001>

Villela, S.M. y Mattos, A. (1975). *Hidrologia Aplicada*. Sao Paulo, , Brasil: McGraw-Hill .

Villón, B. M. (2013). *Diseño de Estructuras Hidráulicas*. La Molina.



ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO.



Dron: plan de vuelo - Estudio preliminar



Imagen típica o modelo de una labor minera



Alterna el normal escurrimiento de agua en tiempos de lluvia



Río principal cabecera de cuenca - Inicio del río Grande



Operacion o Labor minera



Bombeo – lavadero (huaychuleo) – lodos - relaves mineros



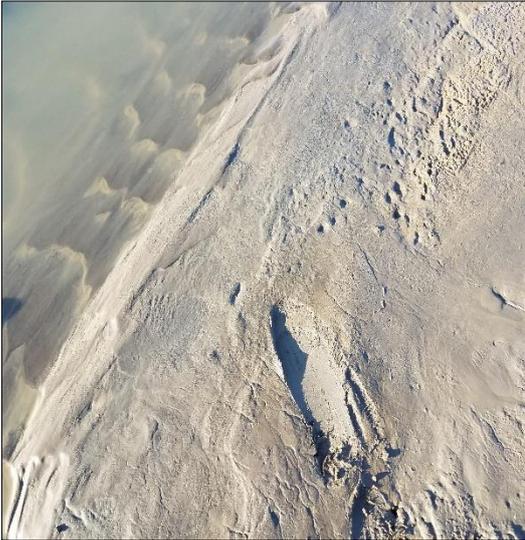
Medición de la sección del río – aforo min. y máx.



Toma de muestras Río Ananea



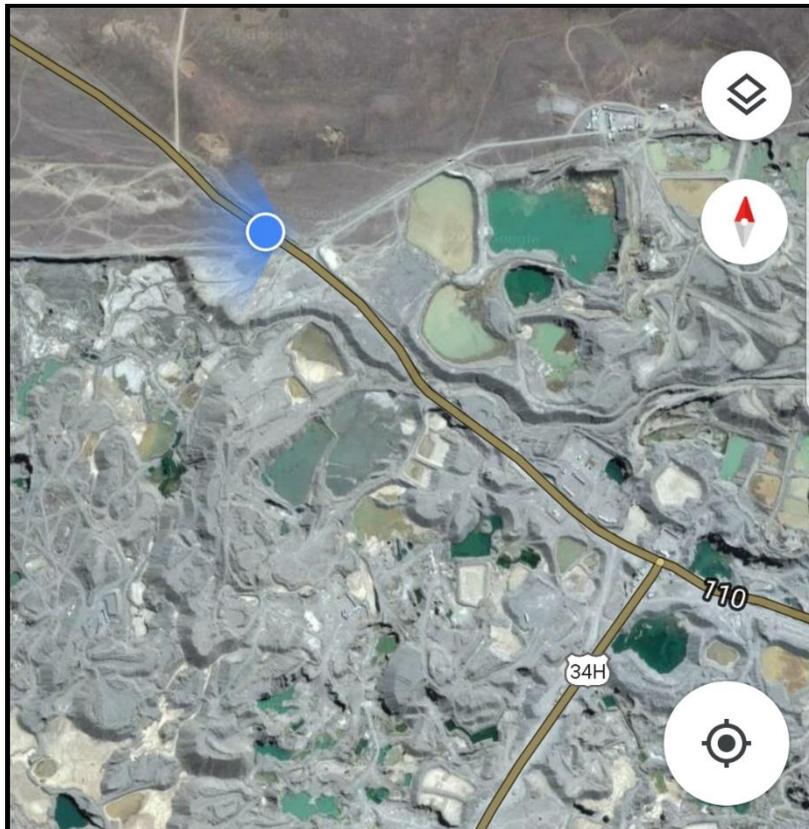
Toma de muestras Río Grande



Sedimentos en cabecera de cuenca Río Ananea – Río Grande



Material fino, muy fino y coloidal



Punto principal que desemboca río Ananea



Estudio fotogramétrico: zona donde se plantea las plantas de control de los caudales con sedimento



Vista panorámica del final del tributario Ananea río contaminado



Vista panorámica del espacio disponible para la instalación de las plantas.



HOJA DE METRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACION DISEÑO DE PLANTAS CONTROLADORAS DE CAUDALES CON SEDIMENTOS Y COLOIDES - ANANEA									
HOJA DE METRADOS									
PROYECTO : ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSTALACION DE PLANTAS CONTROLADORAS DE CAUDALES CON SEDIMENTOS y COLOIDES EN LA SUB CUENCA CRUCERO - ANANEA									
ENTIDAD : U. N. A .									
LONGITUD : L=16 A=12 H= 4.5 mts.									
FECHA : MAYO DE 2019									
02. TRABAJOS PRELIMINARES									
ITEMS	PARTIDAS	UND	N° Veces	N° Elem. Iguales	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
	TRABAJOS PRELIMINARES (SISTEMA)	M1							44520.00
02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE TOMA	M2	105		20.00	2.00		4200.00	
02.02	TRAZO Y REPLANTEO DE PLANTAS	M2	105		16.00	12.00		20160.00	
02.03	TRAZO Y REPLANTEO DE SEDIMENTADORES	M2	105		16.00	12.00		20160.00	
						40	192	192	424

PROYECTO DE INVESTIGACION DISEÑO DE PLANTAS CONTROLADORAS DE CAUDALES CON SEDIMENTOS Y COLOIDES - ANANEA									
HOJA DE METRADOS									
PROYECTO : ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSTALACION DE PLANTAS CONTROLADORAS DE CAUDALES CON SEDIMENTOS y COLOIDES EN LA SUB CUENCA CRUCERO - ANANEA									
ENTIDAD : U. N. A .									
LONGITUD : L=16 A=12 H= 4.5 mts.									
FECHA : MAYO DE 2019									
04. OBRAS DE ARTE									
ITEMS	PARTIDAS	UND	N° Veces	N° Elem. Iguales	MEDIDAS			PARCIAL	TOTAL
					LARGO	ANCHO	ALTURA		
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS (SISTEMA)								
3.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	1.00	1.00	44520.00		3.50	155820.00	155820.00
3.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	105.00	1.00	424.00			44520.00	44520.00
04	MUROS DE CONCRETO (SISTEMA)								
04.01	CONSTRUCCION DE MUROS DE CONCRETO REFORZADO								62370.00
04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE TOMAS	m2	105.00	1.00	20.00		4.50	9450.00	
04.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLANTAS DE CONTROL	m2	105.00	1.00	56.00		4.50	26460.00	
04.01.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SEDIMENTADORES	m2	105.00	1.00	56.00		4.50	26460.00	
04.01.05	CONCRETO FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR Fc = 210 KG/CM2 MUROS	m3	105.00	1.00	152.00	0.20	4.50	14364.00	
04.01.06	CONCRETO EN LOSA Fc=210 kg/cm2	m3	105.00	1.00	424.00		0.30	13356.00	36.00
	ACERO REFORZADO con 1/2"	kg	105.00	1.00			583.36	61252.80	61252.80
	ACERO REFORZADO con 3/8"	kg	105.00	1.00			702.00	73710.00	73710.00
04.01.08	TARRAJEO - ADITIVOS	m2	105.00	1.00	1435.20			150696.00	150696.00
04.02	PANTALLAS DE FLOCULACION								
	CONCRETO PANTALLA Fc= 210 KG/CM2 (pantalla inferior)	m3	105.00	17.00	4.00	0.10	3.99	2848.86	2848.86
04.02.02	CONCRETO PANTALLA Fc= 210 KG/CM2 (pantalla superior)	m3	105.00	17.00	4.00	0.10	2.64	1884.96	1884.96
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	35.00	34.00	4.20		3.99	19942.02	19942.02
04.02.04	ACERO REFORZADO con 3/8" (pantalla inferior)	kg	105.00	17.00	76.00	0.56		75969.60	75969.60
04.02.05	ACERO REFORZADO con 3/8" (pantalla superior)	kg	105.00	17.00	49.14	0.56		49120.34	49120.34



Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S./)	Parcial (S./)
0 01	OBRAS PROVISIONALES (SISTEMA)				140,019.87
0 01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 M	und	1.00	623.87	623.87
0 01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIA	glb	1.00	2,600.00	2,600.00
0 01.03	CAMPAMENTOS EN GENERAL	glb	1.00	75,000.00	75,000.00
0 01.04	CERCO DE OBRA CON POSTES Y MALLA RASCHEL	m	2,700.00	15.48	41,796.00
0 01.05	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
0 02	OBRAS PRELIMINARES (SISTEMA)				96,087.60
0 02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE TOMA	m2	4,200.00	2.19	9,198.00
0 02.02	TRAZO Y REPLANTEO DE PLANTAS	m2	20,160.00	2.40	48,384.00
0 02.03	TRAZO Y REPLANTEO DE SEDIMENTADORES	m2	20,160.00	1.91	38,505.60
0 03	MOVIMIENTO DE TIERRAS (SISTEMA)				15,189,609.66
0 03.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	155,820.00	0.28	43,629.60
0 03.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	44,520.00	4.06	180,751.20
0 03.03	CONCRETO SIMPLE				13,018,734.20
0 03.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE TOMAS	m2	9,450.00	37.87	357,871.50
0 03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLANTAS DE CONTROL	m2	26,460.00	37.87	1,002,040.20
0 03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SEDIMENTADORES	m2	26,460.00	37.87	1,002,040.20
0 03.03.04	CONCRETO FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR $f'c=210$ kg/cm ²	m3	14,364.00	236.40	3,395,649.60
0 03.03.05	CONCRETO EN LOSA CIMENTACION $f'c=210$ kg/cm ²	m3	13,356.00	284.99	3,806,326.44
0 03.03.06	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² (1/2")	kg	61,252.80	5.98	366,291.74
0 03.03.07	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² (3/8")	kg	73,710.00	5.98	440,785.80
0 03.03.08	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	150,696.00	17.57	2,647,728.72
0 03.04	PANTALLAS DE FLOCULACION				1,946,494.66
0 03.04.01	CONCRETO PANTALLA $f'c=210$ kg/cm ²	m3	4,733.82	262.39	1,242,107.03
0 03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	19,942.02	29.99	598,061.18
0 03.04.03	ACERO CORRUGADO $FY= 4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	125,089.94	0.85	106,326.45



HOJA DE PRESUPUESTO

S10

Página

1

Presupuesto

Presupuesto **0202005 PLANTAS DE CONTROL DE CAUDALES CON SEDIEMNTOS Y COLOIDES - ANANEA**
 Subpresupuesto **001 PLANTAS DE CONTROL DE CAUDALES CON SEDIEMNTOS Y COLOIDES - ANANEA**
 Cliente **UNA-PUNO** Costo al **24/08/2019**
 Lugar **PUNO - PUNO - PUNO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES (SISTEMA)				140,019.87
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 M	und	1.00	623.87	623.87
01.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	2,600.00	2,600.00
01.03	CAMPAMENTOS EN GENERAL	glb	1.00	75,000.00	75,000.00
01.04	CERCO DE OBRA CON POSTES Y MALLA RASCHEL	m	2,700.00	15.48	41,796.00
01.05	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	20,000.00	20,000.00
02	OBRAS PRELIMINARES (SISTEMA)				96,087.60
02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE TOMA	m2	4,200.00	2.19	9,198.00
02.02	TRAZO Y REPLANTEO DE PLANTAS	m2	20,160.00	2.40	48,384.00
02.03	TRAZO Y REPLANTEO DE SEDIMENTADORES	m2	20,160.00	1.91	38,505.60
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS (SISTEMA)				15,189,609.66
03.01	EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL	m3	155,820.00	0.28	43,629.60
03.02	NIVELACION Y APISONADO MANUAL	m2	44,520.00	4.06	180,751.20
03.03	CONCRETO SIMPLE				13,018,734.20
03.03.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE TOMAS	m2	9,450.00	37.87	357,871.50
03.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN PLANTAS DE CONTROL	m2	26,460.00	37.87	1,002,040.20
03.03.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE SEDIMENTADORES	m2	26,460.00	37.87	1,002,040.20
03.03.04	CONCRETO FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR $f_c=210$ kg/cm ²	m3	14,364.00	236.40	3,395,649.60
03.03.05	CONCRETO EN LOSA CIMENTACION $f_c=210$ kg/cm ²	m3	13,356.00	284.99	3,806,326.44
03.03.06	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² (1/2")	kg	61,252.80	5.98	366,291.74
03.03.07	ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200$ kg/cm ² (3/8")	kg	73,710.00	5.98	440,785.80
03.03.08	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO	m2	150,696.00	17.57	2,647,728.72
03.04	PANTALLAS DE FLOCULACION				1,946,494.66
03.04.01	CONCRETO PANTALLA $f_c=210$ kg/cm ²	m3	4,733.82	262.39	1,242,107.03
03.04.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	19,942.02	29.99	598,061.18
03.04.03	ACERO CORRUGADO $FY=4200$ kg/cm ² GRADO 60	kg	125,089.94	0.85	106,326.45
Costo Directo					15,425,717.13

SON : QUINCE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTICINCO MIL SETECIENTOS DIECISIETE Y 13/100 NUEVOS SOLES

S10

Página:

1

Resumen del procesamiento del presupuesto

Presupuesto **0202005 PLANTAS DE CONTROL DE CAUDALES CON SEDIEMNTOS Y COLOIDES - ANANEA**
 Subpresupuesto **001 PLANTAS DE CONTROL DE CAUDALES CON SEDIEMNTOS Y COLOIDES - ANANEA**

ESTADISTICAS

	Faltantes	Verificados
ITEMS		26
METRADOS	0	21
ANALISIS DE COSTOS	0	21
PRECIOS	0	49

ITEMS

	Total
PARTIDAS	21
FORMATOS	0
TITULOS Y SUBTITULOS	5

COSTOS

	Monto S/.	
COSTO DIRECTO	15,425,717.13	
COSTO INDIRECTO	0.00	
TOTAL	15,425,717.13	
MANO DE OBRA	2,991,834.26	
MATERIAL	12,022,373.79	
EQUIPOS	332,189.03	
SUBCONTRATOS	80,000.00	80,000.00



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Página :

1

S10							
Presupuesto	0202005		PLANTAS DE CONTROL DE CAUDALES CON SEDEIEMNTOS Y COLOIDES - ANANEA				
Subpresupuesto	001		PLANTAS DE CONTROL DE CAUDALES CON SEDEIEMNTOS Y COLOIDES - ANANEA				
Partida	01.01		CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 M				
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : und	623.87	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO		hh	1.0000	8.0000	7.00	56.00
0101010005	PEON		hh	1.0000	8.0000	5.65	45.20
							101.20
Materiales							
0204120004	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		0.2500	6.00	1.50
0204120005	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 3"		kg		0.5000	6.00	3.00
0204120006	CLAVOS DE ACERO CON CABEZA DE 4"		kg		0.2500	6.00	1.50
0207030001	HORMIGON		m3		0.6000	35.00	21.00
0207070002	AGUA		m3		0.0650	2.00	0.13
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		2.0000	27.00	54.00
02310100010004	MADERA TORNILLO DE 2" X 3" X 12"		und		2.5000	27.00	67.50
02310100010005	MADERA TORNILLO DE 3" X 4" X 12"		und		2.5000	54.00	135.00
0271050139	PERNO C/TUERCA+ARANDELA DE 3/8" * 7"		und		8.0000	2.00	16.00
0292040002	GIGANTOGRAFIA 3.60 m * 2.40 m		und		1.0000	220.00	220.00
							519.63
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	101.20	3.04
							3.04
Partida	01.02		MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS				
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	2,600.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
02030100060002	VIAJE TERRESTRE DE IDA (EN CAMA BAJA)		vje		4.0000	300.00	1,200.00
02030100060004	VIAJE TERRESTRE DE VUELTA (EN CAMA BAJA)		vje		4.0000	300.00	1,200.00
							2,400.00
Equipos							
0304010001	EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (VOLQ/CIST/ETC) IDA		und		2.0000	50.00	100.00
0304010002	EQUIPO AUTOTRANSPORTADO (VOLQ/CIST/ETC) VUELTA		und		2.0000	50.00	100.00
							200.00
Partida	01.03		CAMPAMENTOS EN GENERAL				
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	75,000.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Materiales							
0259010001	COMEDOR DE OBREROS		m2		1.0000	10,000.00	10,000.00
							10,000.00
Equipos							
03013500010008	CONTENEDOR DE ALMACENES		día	1.0000	1.0000	5,000.00	5,000.00
							5,000.00



Subcontratos							
0421030002	OFICINA DE CONTROL Y OPERACION DE PLANTAS	glb		1.0000	60,000.00	60,000.00	
							60,000.00
Partida	01.04	CERCO DE OBRA CON POSTES Y MALLA RASCHEL					
Rendimiento	m/DIA	300.0000	EQ.	300.0000	Costo unitario directo por : m	15.48	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO	hh	1.0000	0.0267	7.00	0.19	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	5.65	0.30	
							0.49
Materiales							
0204010006	ALAMBRE DE PUAS	m		4.0000	1.50	6.00	
02310100010004	MADERA TORNILLO DE 2" X 3" X 12"	und		0.3330	27.00	8.99	
							14.99
Partida	01.05	FLETE TERRESTRE					
Rendimiento	glb/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : glb	20,000.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Subcontratos							
0424010005	FLETE TERRESTRE DE MATERIALES Y EQUIPO	glb		1.0000	20,000.00	20,000.00	
							20,000.00
Partida	02.01	TRAZO Y REPLANTEO DE TOMA					
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m2	2.19	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	5.65	0.68	
01010300000005	OPERARÍO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28	
							0.96
Materiales							
0207030001	HORMIGON	m3		0.0062	35.00	0.22	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0050	27.00	0.14	
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	6.00	0.12	
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	50.00	0.25	
							0.73
Equipos							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	100.00	0.50	
							0.50
Partida	02.02	TRAZO Y REPLANTEO DE PLANTAS					
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m2	2.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	5.65	0.68	
01010300000005	OPERARÍO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28	
							0.96
Materiales							



0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0180	27.00	0.49
02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	6.00	0.12
02130600010001	OCRE ROJO	kg		0.0100	8.00	0.08
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	50.00	0.25
						0.94

Equipos

0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	100.00	0.50
						0.50

Partida **02.03** **TRAZO Y REPLANTEO DE SEDIMENTADORES**

Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m2	1.91
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.1200	5.65	0.68
01010300000005	OPERARÍO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0400	7.00	0.28
						0.96

Materiales

02130400010001	TIZA BOLSA DE 40 kg	und		0.0200	6.00	0.12
02130600010001	OCRE ROJO	kg		0.0100	8.00	0.08
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0050	50.00	0.25
						0.45

Equipos

0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	día	1.0000	0.0050	100.00	0.50
						0.50

Partida **03.01** **EXCAVACION A MANO EN TERRENO NORMAL**

Rendimiento	m3/DIA	1,440.0000	EQ.	#####	Costo unitario directo por : m3	0.28
-------------	---------------	-------------------	-----	--------------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0111	5.65	0.06
						0.06

Equipos

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.06	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	2.0000	0.0111	20.00	0.22
						0.22

Partida **03.02** **NIVELACION Y APISONADO MANUAL**

Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ.	100.0000	Costo unitario directo por : m2	4.06
-------------	---------------	-----------------	-----	-----------------	---------------------------------	-------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARÍO	hh	1.0000	0.0800	7.00	0.56
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0800	5.65	0.45
						1.01

Materiales

02010300010001	GASOLINA 84	gal		0.1200	15.20	1.82
						1.82

Equipos



0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.01	0.03
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.0800	15.00	1.20
						1.23

Partida **03.03.01** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE TOMAS

Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	37.87
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARÍO	hh	2.0000	0.8000	7.00	5.60
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	1.6000	6.25	10.00
						15.60
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2000	5.00	1.00
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	5.00	0.50
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	5.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3000	6.00	19.80
						21.80
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.60	0.47
						0.47

Partida **03.03.02** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLANTAS DE CONTROL

Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	37.87
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARÍO	hh	2.0000	0.8000	7.00	5.60
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	1.6000	6.25	10.00
						15.60
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2000	5.00	1.00
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	5.00	0.50
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.1000	5.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.3000	6.00	19.80
						21.80
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	15.60	0.47
						0.47

Partida **03.03.03** ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SEDIMENTADORES

Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	37.87
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARÍO	hh	2.0000	0.8000	7.00	5.60
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	1.6000	6.25	10.00
						15.60
Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.2000	5.00	1.00



02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	5.00	0.50	
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	5.00	0.50	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.3000	6.00	19.80	
							21.80	
			Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		% mo		3.0000	15.60	0.47	
							0.47	
Partida	03.03.04		CONCRETO FLOCULADOR Y SEDIMENTADOR f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	40.0000				Costo unitario directo por : m3	236.40	
			EQ.	40.0000				
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO		hh	1.0000	0.2000	7.00	1.40	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2000	6.25	1.25	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.6000	5.65	3.39	
							6.04	
	Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.3800	12.00	4.56	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4000	15.00	6.00	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		8.0000	27.00	216.00	
							226.56	
	Equipos							
03012900010004	VIBRADOR A GASOLINA		día	0.6660	0.0167	100.00	1.67	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.2000	10.00	2.00	
0301340001	ANDAMIO METALICO		día	1.0000	0.0250	5.00	0.13	
							3.80	
Partida	03.03.05		CONCRETO EN LOSA CIMENTACION f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	30.0000				Costo unitario directo por : m3	284.99	
			EQ.	30.0000				
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO		hh	4.0000	1.0667	7.00	7.47	
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.5333	6.25	3.33	
0101010005	PEON		hh	9.0000	2.4000	5.65	13.56	
							24.36	
	Materiales							
02010300010001	GASOLINA 84		gal		0.0200	15.20	0.30	
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1000	5.00	0.50	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.5300	12.00	6.36	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.5200	15.00	7.80	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.0000	27.00	243.00	
							257.96	
	Equipos							
03012900030001	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)		hm	1.0000	0.2667	10.00	2.67	
							2.67	
Partida	03.03.06		ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (1/2")					
Rendimiento	kg/DIA	240.0000				Costo unitario directo por : kg	5.98	
			EQ.	240.0000				



Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARÍO	hh	1.0000	0.0333	7.00	0.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	6.25	0.42
0.65						
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	5.00	0.15
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	5.00	5.15
5.30						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.65	0.03
0.03						
Partida	03.03.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2 (3/8")				
Rendimiento	kg/DIA	240.0000	EQ.	240.0000	Costo unitario directo por : kg	5.98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARÍO	hh	1.0000	0.0333	7.00	0.23
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0667	6.25	0.42
0.65						
Materiales						
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	5.00	0.15
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0300	5.00	5.15
5.30						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.65	0.03
0.03						
Partida	03.03.08	TARRAJEO IMPERMEABILIZADO				
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por : m2	17.57
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010003	OPERARÍO	hh	2.0000	0.8000	7.00	5.60
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	5.65	2.26
7.86						
Materiales						
0207020001	ARENA	m3		0.0237	15.00	0.36
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1683	27.00	4.54
02130200020001	CAL HIDRATADA BOLSA 14 kg	bol		0.1045	7.00	0.73
0222030002	SIKA 1 (balde de 20 kg)	bal		0.1431	25.00	3.58
9.21						
Equipos						
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	250.00	0.50
0.50						
Partida	03.04.01	CONCRETO PANTALLA f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	50.0000	EQ.	50.0000	Costo unitario directo por : m3	262.39
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.



Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO		hh	1.0000	0.1600	7.00	1.12
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0800	6.25	0.50
0101010005	PEON		hh	5.0000	0.8000	5.65	4.52
							6.14
Materiales							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.4000	12.00	4.80
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.4500	15.00	6.75
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.0000	27.00	243.00
							254.55
Equipos							
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.1600	10.00	1.60
0301340001	ANDAMIO METALICO		día	1.0000	0.0200	5.00	0.10
							1.70
Partida	03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	20.0000	EQ.	20.0000	Costo unitario directo por :	29.99	
					m2		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO		hh	1.0000	0.4000	7.00	2.80
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.8000	6.25	5.00
							7.80
Materiales							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.2000	5.00	1.00
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1000	5.00	0.50
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"		kg		0.1000	5.00	0.50
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		3.3000	6.00	19.80
							21.80
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	7.80	0.39
							0.39
Partida	03.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ.	260.0000	Costo unitario directo por :	0.85	
					kg		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
0101010003	OPERARÍO		hh	1.0000	0.0308	7.00	0.22
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0308	6.25	0.19
							0.41
Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0250	5.50	0.14
02040300010043	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 (3/8")		kg		0.0500	6.00	0.30



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo ANGEL CARLOS QUISPE HUARAHUARA
identificado con DNI 40270581 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSTALACION DE PLANTAS
CONTROLADORAS DE CAUDALES POR ACTIVIDAD MINERA EN LA SUB
CUENCA CRUCERO - ANANEA”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 03 de JUNIO del 20 24


FIRMA (obligatoria)



Huella



**AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE
INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

Por el presente documento, Yo ANGEL CARLOS QUISPE HUARAHUARA
identificado con DNI 40270581 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA AGRICOLA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

**“ ESTUDIO TECNICO - ECONOMICO PARA LA INSTALACION DE PLANTAS
CONTROLADORAS DE CAUDALES POR ACTIVIDAD MINERA EN LA
SUB CUENCA CRUCERO - ANANEA**

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 03 de JUNIO del 20 24


FIRMA (obligatoria)



Huella