UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA EN CAMPAMENTOS MINEROS A CIELO ABIERTO APLICANDO SISTEMAS DE SANEAMIENTO BÁSICO QUE INCLUYEN RESIDUOS BORATADOS PARA RECUBRIMIENTO DE SANITARIOS

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. Jorge Anthony Flores Estrada

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ
2019

029

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

FOLIO N° .....

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Según Resolución... PRESIDENCIAL Nº 169-2019-UNAM .....

El Jurado Dictaminador ha calificado la defensa de la tesis:

TITULADA:

MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA EN CAMPAMENTOS MINEROS A CIELO ABIERTO APLICANDO SISTEMAS DE SANEAMIENTO BÁSICO QUE INCLUYEN RESIDUOS BOLSTADOS PARA RECUBRIMIENTO DE SANITARIOS.

Asesor: DRA. BERTHA SILVANA VERA BARRIOS

Asesor Externo: .....

Tesista: BACH. JORGE ANTHONY FLORES ESTRADA

Dictamina como... APROBADO ..... por ..... UNANIMIDAD .....

La defensa del tema de investigación con la nota: ..... QUINCE ..... (15)

Por lo que.... SI ..... opta el Grado de Ingeniero de Minas.

Siendo las 09:00 horas, del 23 ..... de DICIEMBRE ..... del año... 2019 .....

se procede a firmar la presente.

.....
Presidente del Jurado
MGR. JORGE LUIS FLORES SOLIS

.....
Primer Miembro
MGR. VICTOR ADRIAN PONCE ESTRADA.

.....
Segundo Miembro
Ing.

.....
Tesista
Bach. Jorge Anthony Flores Estrada

Página de Dedicatoria

A Dios por haberme dado la vida y los recursos necesarios para poder superarme y lograr mis objetivos.

A mis padres Madeline y Jorge por su apoyo incondicional, a mis hermanos Vanessa, Maria y Gerald, por estar presente en mis logros. También a las personas que contribuyeron a mi desarrollo como Profesional, que me acompañaron a lo largo de mi carrera.

Agradecimiento

A la Universidad Nacional de Moquegua y a la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas por brindarme todos los conocimientos para realizar mis estudios profesionales.

A mi asesor Dra. Bertha Silvana Vera Barrios por el apoyo, guía y dirección que me brindo en el desarrollo del tema de investigación.

A la Universidad Nacional de Moquegua por acogerme en su plantel laboral y permitirme desarrollarme como ingeniero de minas.

A los catedráticos de la Escuela de la Escuela de Ingeniería de minas, por su guía que permitieron mi desarrollo profesional.

También agradecer al CONCYTEC por financiar la presente investigación.

Resumen

El presente trabajo denominado “Mantenimiento de infraestructura en campamentos mineros a cielo abierto aplicando sistemas de saneamiento básico que incluyen residuos boratados para recubrimiento de sanitarios”, se evaluo desde abril del 2019 hasta el mes de noviembre del 2019, y aun se sigue haciendo más experimentos y realizando patentes relacionados a los recubrimientos (engobe borosilicatado), las variables que fueron evaluados fueron; Los sistemas de saneamiento básico, que incluyen un producto denominado “engobe mejorado” obtenido de residuos boratados como el ácido bórico, permiten un ahorro del recurso hídrico gracias a la superficie altamente deslizante y pulida que presenta, lo cual absorbe mínima cantidad de agua en relación a la loza sanitaria tradicional, el engobe mejorado es un esmalte vítreo que sirve de recubrimiento sanitario antideslizante,Mantenimiento de infraestructura civil en campamento minero, Mantenimiento de instalaciones para operaciones mineras, como mobiliario sanitario, Cantidad de agua que utilizara saneamiento básico mejorado con esmalte mejorado todas ellas en 2 meses.

Al finalizar la evaluación se concluye que el recubrimiento boratado (engobe borosilicatado) utilizado en el saneamiento básico de la Mina ANTAMINA en el experimento, permitió un ahorro del recurso hídrico de 12,596.80 metros cúbicos de agua al año, representando un 3.11 % del consumo total de 405,000 metros cúbicos utilizados en campamentos y oficinas al año.

También se pudo determinar que este ahorro de 12,596.80 metros cúbicos de agua se puede utilizar para el mantenimiento de vías de acceso en un total de 414 kilómetros de vía o también se podría utilizar este ahorro en otros procesos mineros que requiera recurso hídrico.

También se pudo determinar que este ahorro de 12,596.80 metros cúbicos de agua se puede utilizar para la molienda de mineral en planta concentradora para unas 1.9 dias de alimentación de agua fresca para la molienda de mineral en los Molinos SAG.

Abstract

The present work called “Maintenance of infrastructure in open pit mining camps applying basic sanitation systems that include bored waste for sanitary coating”, was evaluated from April 2019 until November 2019, and more experiments are still being carried out and making patents related to the coatings (borosilicate engobe), the variables that were evaluated were; The basic sanitation systems, which include a product called “improved engobe” obtained from bored waste such as boric acid, allow a saving of the water resource thanks to the highly sliding and polished surface it presents, which absorbs a minimum amount of water in relation to to traditional sanitary ware, the improved engobe is a vitreous enamel that serves as a non-slip sanitary coating, Maintenance of civil infrastructure in mining camp, Maintenance of facilities for mining operations, such as sanitary furniture, Amount of water that will use improved basic sanitation with improved enamel All of them in 2 months.

At the end of the evaluation it is concluded that the boratado coating (borosilicate engobe) used in the basic sanitation of the ANTAMINA Mine in the experiment, allowed a saving of the water resource of 12,596.80 cubic meters of

water per year, representing 3.11% of the total consumption of 405,000 cubic meters used in camps and offices per year.

It was also determined that this saving of 12,596.80 cubic meters of water can be used for the maintenance of access roads in a total of 414 kilometers of track or this saving could also be used in other mining processes that require water resources.

It was also determined that this saving of 12,596.80 cubic meters of water can be used for ore grinding in a concentrator plant for about 1.9 days of fresh water feed for ore grinding at Molinos SAG.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE DEDICATORIA 2

AGRADECIMIENTO 3

RESUMEN 4

ABSTRACT 6

LISTA DE ABREVIATURAS 15

INTRODUCCIÓN 16

I. INTRODUCCIÓN 18

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 18
1.1.1. Descripción del problema 18
1.1.2. Formulación del problema 20
1.2. ANTECEDENTES 21
1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS 24
1.3.1. Objetivo General 24
1.3.2. Objetivo Especifico 25
1.4. JUSTIFICACIÓN 25
1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS 27
1.5.1. Hipótesis General 27
1.5.2. Hipótesis Especificas 27
1.6. OPERACIÓN DE VARIABLES 28
1.6.1. Variable Independiente 28
1.6.2. Variable Dependiente 28
1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN 28

II. MARCO TEÓRICO 29

2.1. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN 29
2.1.1. Ubicación 32
2.1.2. Accesibilidad 33
2.1.3. Topografía y fisiografía 34
2.1.4. Clima 35

2.1.5. Flora y Fauna 35
2.1.6. Recursos 37
2.1.7. Geología Regional 38
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 40

III. METODOLOGIA 47

3.1. PROCEDIMIENTOS 47
3.1.1. Tipo y Diseño 47
3.1.2. Nivel de Investigación 47
3.1.3. Población y Muestra 52
3.2. ANÁLISIS DE DATOS 52
3.2.1. Validación y Confiabilidad de los Instrumentos 52
3.2.2. Métodos y Técnicas para la presentación de Análisis de Datos 53

IV. RESULTADOS 55

4.1. RESULTADO DE LA PRUEBA EMPLEADA 55
4.1.1. Materiales y Método 55
4.1.2. Determinación del tamaño de las muestras de análisis 56
4.1.3. Modelo Estadístico para validar los resultados previamente obtenidos 60

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 68

5.1. TIPOS DE MUESTRAS PARA ENSAYOS DE ABSORCIÓN 68
5.2. PROYECCIONES IMPORTANTES DE AHORRO DE AGUA 68
5.3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ESTE SISTEMA EN MINA ANTAMINA QUE ES UNA MINA SUPERFICIAL, EL EXPERIMENTO TEÓRICO SE REALIZARÁ EN LA MINA ANTAMINA 71
5.3.1. Cantidad total de personal que trabaja en la mina Antamina 71
5.3.2. Cantidad de agua usada al año para las operaciones mineras y usos domesticos 71
5.3.3. Determinación de ahorro de recurso hídrico con revestimiento de engobe borosilicatado utilizado tanto en inodoros convencionales, lavamanos, urinarios y duchas. 72

5.3.4. Cálculo de cisternas que pueden ser utilizadas con el ahorro anual del recurso hídrico utilizado en el saneamiento básico con revestimiento del engobe. 80
5.3.5. calculo del agua ahorrada al año para poder ser utilizado en los dos molinos SAG de la planta concentradora de mina Antamina. 81
VI. CONCLUSIONES.....83
VII. RECOMENDACIONES 85
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 86
IX. ANEXOS 88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de la Universidad Nacional de Moquegua. ...33
Figura 2. Muestra el mapa de geología superficial del área geográfica de Moquegua.....39
Figura 3. Obtención de ácido bórico para la investigación. 50
Figura 4. Insumos mezclados borax, caolín, acido borico, cuarzo, vidrio molido, pigmento amarillo. 57
Figura 5. Técnica del spray para recubrir con engobe los especímenes muestra.....58
Figura 6. Especímenes que representan los resultados de los proporcionamientos de 10,20 y 30 gr de acido borico. 58
Figura 7. Comportamiento de normalidad para los cuatro niveles como son los porcentajes de ácido bórico.....65
Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes para los cuatro niveles como son los porcentajes de ácido bórico. 65
Figura 9. Dispersión de puntos para los tres niveles como son los porcentajes de ácido bórico. 66
Figura 10. Comparación de promedios para los tres niveles como son los porcentajes de ácido bórico. 67
Figura 11. Chancadora de mandíbulas BB-50, utilizado para preparación de muestras reducirlas a un tamaño de 0.01cm.....89
Figura 12. Molino de Bolas BM-100, utilizado para preparación de muestras, moler muestras hasta obtener el pasante de la malla 200. 89
Figura 13. Muestra de vidrio borosilicatado pasándolo por la chancadora de mandíbula para reducir su tamaño a 0.01cm de tamaño.....90
Figura 14. Muestra de vidrio borosilicatado después de pasarlo por la chancadora de mandíbula.....90
Figura 15. Muestra de vidrio borosilicatado listo para meterlo al molino de bolas.....91
Figura 16. Muestra de vidrio borosilicatado pesando antes de meterlo al molino de bolas.....91

Figura 17. Muestra de vidrio borosilicatado poniéndolo en el molino de bolas por 40 minutos a 350RPM, para obtener muestra pasante de la malla 200. 92
Figura 18. Muestra de vidrio borosilicatado luego de estas por 40 min en el molino de bolas.....92
Figura 19. Muestra de cuarzo listo para meterlo al molino de bolas para obtener muestra pasante de la malla 200. 93
Figura 20. Muestra de cuarzo vertiéndolo al molde para pesarlo y mandarlo al molino de bolas. 93
Figura 21. Muestra de cuarzo pesándolo para luego mandarlo al molino de bolas. 94
Figura 22. Muestra de cuarzo después de haber estado en el molino de bolas durante 40 min a 350 RPM. 94
Figura 23. Moliendo caolín en el mortero para luego pasarlo por la malla 200. 95
Figura 24. Marmolina en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe. 95
Figura 25. Marmolina en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe. 96
Figura 26. Cuarzo en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe. 96
Figura 27. Vidrio borosilicatado en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe. 97
Figura 28. Ácido Bórico en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe. 97
Figura 29. Bórax en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe. 98
Figura 30. Mallas y mortero utilizado para obtener las muestras de Ácido Bórico, Bórax, Caolín, Vidrio borosilicatado, Cuarzo, utilizado en la elaboración del engobe. 98
Figura 31. Pesado de las muestras para preparar los engobes según proporciones de 30 gr. de ácido bórico. 99
Figura 32. Inclusión de pigmento amarillo a la preparación del engobe. 99
Figura 33. Inclusión de pigmento amarillo a la preparación del engobe. 100

Figura 34. Homogenizando los elementos del engobe.....100
Figura 35. Vertiendo los elementos del engobe en un vaso precipitado para luego agregarle agua y formar una sustancia homogénea.....101
Figura 36. Homogenizando la muestra del engobe.....101
Figura 37. Vertiendo la mezcla del engobe en la base del soplete.....102
Figura 38. Cerrando el soplete con el engobe en su interior para luego sopletear en las muestras.....102
Figura 39. Colocando la manguera de aire al soplete.....103
Figura 40. Sopleteando el engobe en muestras de arcilla para luego llevarlos a la mufla.....103
Figura 41. Sopleteando el engobe en muestras de arcilla para luego llevarlos a la mufla.....104
Figura 42. Llevando las muestras con el engobe a la mufla a una temperatura de 700 °C.....104
Figura 43. Muestras para recubrir con el engobe para las proporciones de ácido bórico de 10, 20 y 30 gr.....105
Figura 44. Muestras cubiertas con el engobe con proporciones de ácido bórico de 10, 20 y 30 gr. antes de llevarlos a la mufla.....106
Figura 45. Muestras del engobe con proporción de 10 gr de ácido bórico luego de haber permanecido en la mufla por 4 horas a una temperatura de 700°C.....106
Figura 46. Muestras del engobe con proporción de 20 gr de ácido bórico luego de haber permanecido en la mufla por 4 horas a una temperatura de 700°C.....107
Figura 47. Muestras del engobe con proporción de 30 gr de ácido bórico luego de haber permanecido en la mufla por 4 horas a una temperatura de 700°C.....107

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Proceso metodológico.....49
Tabla 2. Peso de los Insumos.....56
Tabla 3. Niveles de absorción de agua de los engobes de boro silicato. Analisis Anova Unifactorial con bloques completamente aleatorizados.....57
Tabla 4. Índices de absorción de agua promedio por cada grupo de análisis. 57
Tabla 5. Proporciona miento incluyendo 10, 20 y 30 gr de ácido bórico y la muestra patrón. 59
Tabla 6. Tabla de Resultados 60
Tabla 7. Tabla de Comparaciones. 62
Tabla 8. Comparaciones de promedios para los niveles de absorción de agua, según Tukey y Sheffe. 63
Tabla 9. Prueba de normalidad para los tres niveles como son los porcentajes de ácido bórico. 64
Tabla 10. Estimación del ahorro de recurso hídrico a partir del empleo del nuevo material “Engobe Borosilicatado” como recubrimiento sustituto de la loza vitrificada en mobiliario Sanitario. 69
Tabla XI. Ventajas del ahorro del recurso agua al utilizar “engobe BOROSILICATADO mejorado”, estimando los volúmenes de agua a recuperar aplicado como recubrimiento en mobiliario sanitario. 69
Tabla 12. Los mobiliarios a analizar en la presente investigación serán del grupo A y B, tal como lo muestra la tabla. 70
Tabla 13. Ahorro de agua por día en la empresa ANTAMINA de personal hombre.....72
Tabla 14. Ahorro de agua por día en la empresa ANTAMINA de personal Femenino. 76
Tabla 15. Volumen de agua ahorrado al año por hombres y mujeres 79
Tabla 16. Calculo de cisternas que se pueden ahorrar al año utilizando el ahorro del recurso hídrico. 80
Tabla 17. Utilización de agua de los 2 molinos SAG al año. 81

LISTA DE ABREVIATURAS

Km:	Kilómetros.
N - O:	Norte - Oeste.
S - E:	Sur - Este.
Cm^2:	Centímetro cuadrado
gr:	Gramos
ANA:	Autoridad Nacional del Agua.
m/s:	Metros por segundo.
cm:	centímetro.
UTM:	Universal Transverse Mercator (sistema de coordenadas).

INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación “Mantenimiento de infraestructura en campamentos mineros a cielo abierto aplicando sistemas de saneamiento básico que incluyen residuos boratados para recubrimiento de sanitarios, se inicia con la proyección de minimizar el consumo de agua en en saneamiento básico de un campamento minero, en este caso es aplicado en mina ANTAMINA.

La base principal de la investigación se enfoca en la elaboración de un engobe mejorado con ácido bórico, está mejor determina que el engobe no absorbe agua y es altamente deslizante.

En el primer capítulo se desarrolla la descripción y formulación del problema, antecedentes, objetivos, justificación e importancia e hipótesis de la investigación.

En el segundo capítulo se desarrolla el marco teórico, se describe las características geográficas donde se desarrolló el trabajo y la definición de términos que se empleara en el presente trabajo.

En el tercer capítulo se desarrolla la metodología que se aplicó para el trabajo de investigación el tipo y nivel de investigación, población y muestra, instrumentos y el método estadístico.

En el cuarto capítulo se describe los resultados obtenidos, para la investigación se consideró principalmente las características que tiene el engobe borisilicatado.

En el quinto capítulo se describe la aplicación de estos engobes en mobiliario sanitario de la mina Antamina y refleja resultados óptimos en ahorro de recurso hídrico y su utilización en mantenimiento de vías de acceso.

Finalmente, en los dos últimos capítulos se tiene las conclusiones y recomendaciones.

.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. Descripción del problema

El ácido bórico es un subproducto de la actividad minera, así como lo es el bórax y otros fertilizantes, los cuales, una vez utilizado como plaguicidas en los cultivos agrícolas, dejan excedentes que se mezclan en ríos y manantiales, los cuales son ingeridos tanto por especies animales y por el hombre ocasionando severos problemas de salud pública. En esta investigación, se hace un estudio de las ventajas que trae su inclusión como insumo para producir nuevos materiales de fabricación para uso sanitario, como lo es el diseño de una pasta de esmalte vítreo “engobe” para cubrir mobiliario sanitario sean estos los convencionales como los secos. (Vera B,2018). La ventaja técnica seria que al obtener una superficie pulida y deslizante se reduce la concentración de sarro bacteriológico y también se reduce el empleo del agua de descarga para hacer discurrir excretas humanas que comúnmente en un inodoro convencional, por ejemplo, es de 13 litros por cada evento de limpieza, reducirlo 12.948 L/SEG.

Para poder contar con los insumos apropiados para desarrollar esta tecnología, “acopiar suficiente residuos boratados”, es necesario reutilizar los lodos provenientes de las aguas de riego contaminadas con ácido bórico y bórax, luego secarlos al sol hasta eliminar agentes patógenos bióticos, hasta aquí se tiene una materia seca, posteriormente se utiliza este lodo seco como arcilla para producir el esmalte, dentro de esta arcilla se encuentra contenido el ácido bórico

y otros boratos , además de los insumos citados también se pueden incorporar pigmentos sintéticos y poliméricos para darle valor estético al producto final. los materiales boratados representan así hasta un 30% del total en peso de la mezcla, ingresando como material fundente durante el proceso de obtención del compuesto del recubrimiento sanitario o esmalte sanitario “engobe”. Es decir, se reduce la cantidad de grados de calor para su cochura pasando de 1,400 a 900 grados centígrados, lo cual también es amigable con el medio ambiente porque ya no se emanan o desperdician energías y se ayuda a reducir el fenómeno del calentamiento global (Vera B,2018).

De esta manera se contribuye a reducir el riesgo de que muchos seres humanos se contaminen y envenenen, por otro lado, se ahorraría el consumo de agua para la limpieza de mobiliario sanitario donde se realiza las necesidades biológicas de cada ser humano. La preocupación por ahorrar el recurso agua ha llevado a otros países como es Estados Unidos, Chile, Australia, China, etc. los cuales están utilizando otras alternativas más complejas para no utilizar agua potable, como la tecnología de desalinización de agua de mar etc., para poder utilizarlo en sus distintas operaciones mineras, ya que es de interés no utilizar el agua de consumo natural para estas labores, y en la gran mayoría de países donde se realizan actividad minera se emplean plantas de tratamientos de aguas residuales provenientes de relaves mineros para su reutilización en la recuperación del mineral.

Además, debido a que el recurso hídrico es importante en la industria minera para las distintas áreas como por ejemplo recuperación del mineral en pilas de lixiviación, recuperación del mineral en planta concentradora, mantenimiento

de vías de acceso para disminuir polvos, limpieza de maquinarias, etc., se hace necesario busca alternativas no invasivas y sostenibles.

Sabiendo que este recurso hídrico es limitado en ciertos países y la gran mayoría de empresas tienen problemas para obtener el permiso de extracción del recurso hídrico por las entidades correspondientes que regulan la utilización de estos, es que se plantea otras alternativas de obtención del recurso hídrico como por ejemplo tratamiento de aguas grises, desalinización de agua de mar, etc.

1.1.2. Formulación del problema

Interrogante General

¿Existen ventajas técnicas al aplicar los sistemas de saneamiento básico mejorados que incluyen residuos boratados, como tecnología que produce recubrimientos sanitarios de baja absorción obtenidos de residuos boratados, para luego aprovechar la porción de agua que se ahorre de la baja absorción como insumo para realizar labores de mantenimiento en vías de acceso al interior del campamento minero?

Interrogante Específica.

¿Es inadecuado y al mismo tiempo significa un desperdicio el uso del recurso hídrico proveniente del nivel freático para destinarse al mantenimiento de las vías al interior de los campamentos mineros?

¿Los procesos de chancado y molienda producen emisiones de material particulado altamente contaminantes a la salud publica al interior del campamento minero?

1.2. ANTECEDENTES

A nivel internacional, Se tiene como uno de los mayores logros del proyecto el habernos comprometido como diseñadores industriales en la búsqueda y planteamiento de una solución a una necesidad real que amerita tanta importancia para la salud del usuario, su calidad de vida; así como la preservación y conservación del ambiente (Quintero, Rodríguez, 2007). Así también el año 2007 el investigador de procedencia rusa (Shchepochkina, 2007), demostró que era posible obtener engobes antideslizantes para mejorar la presentación de vasijas decoradas.

SONAMI ha querido caracterizar los consumos de agua del sector minero como un todo, incorporando la minería de otros metales y no metálica a través del presente estudio, además de la mediana minería del cobre, como complemento a las estadísticas que se conocen, que son fundamentalmente de la gran minería del cobre. Los resultados de las encuestas levantadas a las empresas consultadas consideran como fuentes de extracción de recursos hídricos a tres grandes categorías: aguas continentales (subterráneas, superficiales y adquiridas de terceros), agua de mar y agua recirculada desde el proceso productivo, las que abastecen las necesidades de la gran y mediana minería del cobre, así como de las fundiciones y refinerías, y la minería de otros metales y no metálica (Sonami, 2015).

Durante el año 2015 los sectores mineros previamente mencionados alcanzan un consumo total de agua continental de 14,5 m^3/seg. El consumo de la minería de otros metales y no metálica asciende a 1,2 m^3/seg, mientras que para la mediana y gran minería del cobre este valor corresponde a 0,85 m^3/seg y 11,9 m^3/seg respectivamente (Sonami, 2015).

Al analizar el año 2017, vemos que el agua de origen continental alcanzó los 13,26 m/seg, por su parte el agua de mar fue de 3,16 m^3/seg y el agua recirculada fue de 38,07 m^3/seg, lo que en total suma 54,5 m^3/seg de agua para la minería. El consumo es liderado por la región de Antofagasta, región que produce más del 52% del cobre en Chile, seguido por la región de Tarapacá y O´Higgins (Chile, 2018).

Al analizar las extracciones de acuerdo a las fuentes de abastecimiento se observa que la mayor fuente de extracción proviene de agua de origen subterráneo, que constituyen el 41%, por otro lado, el agua de origen superficial alcanza el 33% del agua extraída, las de origen marino llegan al 19% y aquellas aguas adquiridas a terceros representan el 7% (Chile, 2018).

La mayoría de los nuevos proyectos mineros considera el agua de mar como fuente de abastecimiento. Sin embargo, esto plantea importantes desafíos en términos de costos, debido a la fuerte inversión que requieren estos proyectos y al alto consumo energético, no sólo para desalinizar sino sobre todo para bombear el agua desde el borde costero hasta la faena minera (Chile, 2018).

El compuesto denominado “engobe”, objeto de estudio de la presente investigación, es el resultado de una paciente búsqueda de alternativas de solución para reutilizar residuos no confinados de la actividad minera y agrícola, más sustentables y amigables con el medio ambiente, este compuesto consiste en una suspensión semi-densa que se obtiene de combinar las siguientes sustancias, cuyo % en peso son: arcilla o barbotina comercial, 15.0-25.0; vidrio roto, 10.0-30.0; bórax, 13.5-15.5; caolin, 0.3-0.5; cuarzo, 16.0-24.0; marmolina, 10.0-15.0, y óxido de zinc, 10.0. este producto ha inspirado una solicitud en trámite

de patente ante el indecopi, en la categoría de “modelo de utilidad”, mientras que, a nivel internacional, su más próximo antecedente ha sido desarrollado por (shchepochkina, 2007), este último describe la invención de un prototipo de engobe con una superficie sólida y lustrosa o deslizante de engobe con un índice de blancura del 75% y una mejora de las propiedades decorativas de engobe.

Asi también se ha disertado el tema en México en el XVI CONGRESO INTERNACIONAL CONPAT 2019 en Chiapas.

A nivel Nacional, El producto sanitario ecológico ha elevado el nivel de dignidad y confort de las personas, ellos sienten esto cuando van al servicio básico. También ahorran dinero, previenen enfermedades y ahorran agua. Se ha logrado crear conciencia sobre el peligro de la falta de higiene (Vásquez, 2012).

En lo que va del siglo actual, las relaciones entre la minería y las comunidades se han tornado tensas y en muchos casos violentas, por la defensa de los recursos de vida de los pueblos andinos, que protestan y también se oponen a la minería, por los efectos nocivos que provoca esta actividad extractiva. La minería moderna se caracteriza por invertir gran cantidad de capital, utilizar tecnología de punta, utilizar limitada cantidad de mano de obra no calificada y explotar metales en un tiempo promedio de veinte años. Esta modalidad de inversiones utiliza la modalidad de tajo abierto, por la que se traen abajo cerros elevados con pesadas maquinarias; utiliza gran cantidad de agua para sus plantas de procesamiento de metales. Por su enorme envergadura, los proyectos mineros modernos provocan diversos efectos, cuyas consecuencias afectan a los grupos humanos del entorno: destruyen las nacientes de los ríos, ocupan tierras agrícolas y de pastoreo de las comunidades y contaminan el ambiente local y regional. La

tensión de las relaciones viene por esos efectos perjudiciales para las comunidades campesinas (Robles, 2015).

Engobe borosilicatado como recubrimiento antibacteriano obtenido de boratos residuales tóxicos aplicable a inodoros secos, esta investigación tiene como objetivo obtener una pasta cerámica a partir de residuos vítreos y productos boratados como el ácido bórico (Vera S, Lazo L, Maquera P, 2019). Ponencia presentada en la 34 convención minera PERUMIN.

A nivel regional, se podría decir que será la primera investigación de este tipo que se elabora en la región.

1.3. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Hacer un estudio que determine cuáles son las ventajas técnicas, desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, que tiene al aplicar sistemas de saneamiento básico inspirados en una nueva tecnología que produce recubrimientos sanitarios de baja absorción, obtenidos de residuos boratados aplicados a mobiliario sanitario para permitir reducir el consumo de agua, que se emplea al limpiar este mobiliario, pues su naturaleza vítrea impide la retención de suciedad al ser cero porosidad, y esa diferencia o ahorro utilizarla, aplicarla a las labores de mantenimiento en vías de acceso al interior del campamento minero así como de otros usos de tipo sanitario.

1.3.2. Objetivo Especifico

- Determinar el volumen de agua que se optimizaría para hacer el mantenimiento de vías al interior de operaciones mineras a partir del volumen de agua que se optimizaría si el engobe recubriría mobiliario sanitario.
- Determinar el volumen de recurso hídrico necesario para atenuar la emisión de polvos provenientes de los procesos de chancado y molienda de mineral dentro de las operaciones mineras, al interior de la planta concentradora.

1.4. JUSTIFICACIÓN

Justificación Teórica: Viendo la realidad actual de la industria minera y la utilización del recurso hídrico para sus distintas operaciones y tratamientos, nos vemos en la necesidad de optimizar el uso de este recurso hídrico ya que actualmente este recurso se está disminuyendo en todo el planeta y por ese problema se ve en la necesidad de optar por otros recursos hídricos que se puede obtener mediante la recuperación de aguas residuales, que no son utilizados para el consumo humano, también se podría emplear tecnologías que nos permiten ahorrar el recurso hídrico y con este ahorro poder emplearlo en otras actividades.

Además en el ambiente se encuentran esparcidos en las aguas de consumo, los residuos boratados, producto del mal proceso de confinación del boro excedente de las actividades agrícolas que utilizan plaguicidas, los cuales pueden ser aprovechados como insumos para producir materiales sanitarios alternativos de construcción, una de estas posibilidades es obtener un engobe sanitario que atenúe la acumulación de sarro bacteriológico en las superficies del tracto del inodoro reduciendo así dos cosas, primero el consumo de agua ya que los residuos fecales se deslizan con facilidad utilizando 0.4% menos de la

descarga de agua común del inodoro y segundo se reduce la acumulación de bacterias portadoras de enfermedades gastrointestinales.

Muchos productos derivados de lo anteriormente mencionado se aplicarían en la tecnología de fabricación de los inodoros secos, de los inodoros químicos etc. pero hechos ya del engobe borosilicatado es decir incluyendo boratos residuales y vidrio molido.

Justificación Practica: La alternativa de la implementación de inodoros secos borosilicatados, nos permitirá disminuir el consumo de agua potable cada vez que sea utilizado en 0.4% de consumo normal, esto implicaría que el ahorro del recurso hídrico obtenido sea empleado en otras actividades que demanden de la utilización de este.

Justificación Metodológica: El recurso hídrico ahorrado se emplearía al mantenimiento de limpieza de vías de acceso ya que se sabe que para el acarreo del minera o material de desmonte las vías de acceso deben estar húmedas para que no se pueda generar material particulado al medio ambiente y por otro lado al tener una vía de acceso en buenas condiciones la vida útil de las llantas de los camiones se más larga, ya que el desgaste de llantas por vías de acceso en mal estado genera costos elevados en el mantenimiento de equipos.

Justificación Legal: la Norma IS.010 del REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, esta norma contiene los requisitos mínimos para el diseño de las instalaciones sanitarias para edificaciones en general. Para los casos no contemplados en la presente Norma. El ingeniero sanitario, fijará los requisitos necesarios para el proyecto específico.

Distrito Moquegua, Universidad Nacional de Moquegua, Laboratorio de Geotecnia de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, y su aplicación en cualquier área geográfica o región minera que demande esta necesidad.

1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

Los sistemas de saneamiento básico inspirados en una nueva tecnología que puede producir recubrimientos esmaltados de bajo índice de absorción obtenidos de residuos boratados para mobiliario sanitario, representa ventajas técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, porque permitirá reducir el consumo de agua empleados en el aseo o higiene sanitaria, gracias a su naturaleza vítrea libre de porosidad que retenga sarro, y esa diferencia o ahorro, utilizarla o aplicarla en labores de mantenimiento de vías de acceso en campamentos mineros, vías de acceso en tajo de mina.

1.5.2. Hipótesis Especificas

- El recurso hídrico ahorrado se empleará en el mantenimiento de vías de acceso y como recubrimiento de mobiliario sanitario.
- El recurso hídrico ahorrado se destinará para distintas operaciones mineras como: molienda de mineral, chancado de mineral, pilas de lixiviación, etc.

1.6. OPERACIÓN DE VARIABLES

1.6.1. Variable Independiente

Los sistemas de saneamiento básico, que incluyen un producto denominado “engobe mejorado” obtenido de residuos boratados como el ácido bórico, permiten un ahorro del recurso hídrico gracias a la superficie altamente deslizante y pulida que presenta, lo cual absorbe mínima cantidad de agua en relación a la loza sanitaria tradicional, el engobe mejorado es un esmalte vítreo que sirve de recubrimiento sanitario antideslizante.

1.6.2. Variable Dependiente

- Mantenimiento de infraestructura civil en campamento minero.
- Mantenimiento de instalaciones para operaciones mineras, como mobiliario sanitario.
- Cantidad de agua que utilizara saneamiento básico mejorado con esmalte mejorado.

1.7. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El trabajo que se va a exponer solo toma en consideración a la reutilización del ácido bórico, ya que es amplia la variedad de productos y sub productos boratados, pero el ámbito de investigación se centra específicamente en el ácido bórico.

se ha elegido analizar a este subproducto porque es el más representativo entre todos los subproductos boratados.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN

Los sanitarios secos han sido implementados en diferentes países con el fin de abordar diversas problemáticas, tanto sociales como ambientales, y se han constituido en una propuesta sostenible para diversas regiones al lograr reivindicar el actuar del hombre frente a la naturaleza, mitigar los impactos generados por nuestros procesos de “desarrollo” y retribuir un poco al ambiente todo lo que nos ha ofrecido y que le hemos quitado (Montes, 2009).

El sistema no necesita requerimiento de agua para su funcionamiento, lo cual evita la contaminación directa a las cuencas, los pozos y aljibes, a los suelos, y la disposición de excretas a campo abierto. La separación de la excreta y la orina mediante la taza separadora permite que se haga un aprovechamiento de ambos residuos como fertilizantes o abonos orgánicos y que su manejo sea bastante fácil, ya que después de cada defecación se pue de adicionar un material secante que puede ser ceniza, tierra seca, bocashi o aserrín. Frente a la presencia de olores o de moscas, reconoceremos a estos como sín tomas de alerta, que indican que se debe reforzar o aumentar la cantidad de material secante; en algunos casos las familias han experimentado la adición de preparados a base de hierbas maceradas, como es el caso de la ruda, el ajo y la caléndula, que ayudan a mitigar los olores provenientes del tanque. Este es el punto clave del mantenimiento, ya que en algunos casos la presencia de olores o moscas puede generar rechazo hacia el sistema (Montes, 2009).

(Rina & Saldivar, 2009) Entre las ventajas más relevantes de los Sanitarios ecológicos es fácil su instalación, ya que se pueden implantar tanto en nuevas construcciones como en viviendas ya establecidas; son de menor costo en comparación con los sanitarios tradicionales al no estar conectados a la red de drenaje, existen en diferentes modalidades y estilos y pueden ser construidos por los propios usuarios. Para el caso de estudio Ayometitla parte alta, resultaron concluyentes los beneficios de estos sistemas:

- Eliminación del riesgo de contaminación de los mantos acuíferos por la infiltración de las fosas sépticas.
- Ahorro de agua para la delegación al reducir la dotación requerida por los habitantes del asentamiento.
- Ahorro económico para los pobladores al reducir el número de pipas (cisternas) que deben adquirir al año.
- Posible ganancia económica de los habitantes del asentamiento al dejar de comprar abono para sus jardines.
- Ganancia social de los pobladores y la Delegación al implantar tecnologías amigables al ambiente, que no sólo aseguran la calidad de vida de los lugareños, sino de todos los habitantes del D.F., cuya fuente de abastecimiento de agua es la extracción desde pozos.

El piloto de cinco meses nos ha demostrado tres cosas muy importantes: 98% de los usuarios han decidido quedarse con el inodoro después de que el piloto terminó. Desde la instalación de los baños de la empresa los usuarios están satisfechos, porque es limpio, higiénico y seco. Manifiestan que sus hijos tienen menos problemas estomacales, y que es necesario hacer un esfuerzo para mantener su baño limpio, ya que pueden ver la diferencia que este

hizo en su hogar. Muchos también dicen que les gusta mostrar su baño (Vásquez, 2012).

En primer lugar, los proyectos mineros ingresan al Sistema de Evaluación de Impacto ambiental. Durante la evaluación, entre las diversas materias a revisar por la autoridad, está el determinar si es sustentable que el proyecto utilice agua dulce en base a derechos de aprovechamiento de aguas previamente otorgados o reconocidos, examinando en aquel caso la ubicación del proyecto y los impactos que lleva aparejada la extracción de aguas. Por lo que, si la utilización de las aguas no es sustentable y afecta al medio ambiente, aun cuando se cuente con derechos de aprovechamiento de aguas, no se permitirá por la autoridad hacer usos de estas, quedándole al titular del proyecto dos alternativas (i) o se desiste de ejecutar el proyecto; o (ii) utiliza fuentes alternativas. Dentro de las fuentes alternativas, está el contar con Plantas Desalinizadoras de Agua. Al respecto, las plantas Desalinizadoras de Agua son un gran aliado en el fin de proteger este recurso hídrico que como hemos visto, cada día escasea más, y en especial en las zonas mineras en la cual la situación de disponibilidad es mucho más dramática. Es cierto que juega en contra el alto costo de estas plantas, sin embargo, la industria minera crece cada día más en Chile y las utilidades que se reportan son altísimas lo cual permitiría realizar la inversión. En directa relación con esto, el hecho que los yacimientos mineros se encuentren muy cerca unos de otros, podría permitir que se unan varios proyectos en una zona determinada para poder crear una planta, provocando que el costo no sea tan alto y también un aporte al medio ambiente, pues si cada compañía minera llegase a crear una planta desalinizadora para su proyecto, tendríamos el país lleno de ellas lo cual pudiese llegar a generar impactos ambientales relevantes (Valencia, 2012).

Resultados El sanitario seco posee facilidad constructiva y muestra ventajas ambientales asociadas a menor contaminación de fuentes hídricas y menor uso de fertilizantes químicos. En el municipio estudiado los costos de su construcción y funcionamiento pueden representar un ahorro equivalente a $ 616 973 456 (U$ 308 487), frente a los sanitarios convencionales. Se encontraron barreras culturales para su utilización (Ubaque, Vaca y García, 2014).

2.1.1. Ubicación

Distrito Moquegua, Universidad Nacional de Moquegua, Laboratorio de Geotecnia de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, y su aplicación en cualquier área geográfica o región minera que demande esta necesidad.

Coordenadas geográficas:

- 17° 11’ 25’’ Latitud Sur.
- 70° 56’ 09’’ Longitud sur.

Coordenadas UTM DATUM PSAD-56, zona 18:

- 8 098349.5 Norte.
- 294033.3 Este.
- 1395 metros de altura.

Figura 1. Ubicación Geográfica de la Universidad Nacional de Moquegua.



Fuente: Internet google.

2.1.2. Accesibilidad

El departamento de Moquegua cuenta con dos vías principales para articularse con los departamentos de la Macroregión Sur: la carretera Binacional Ilo – Desaguadero que atraviesa la región de Oeste a Este y la carretera Panamericana Sur que atraviesa el departamento de Norte a Sur. A la carretera Binacional confluye el Eje Interoceánico Puno Moquegua. Así mismo, la carretera Moquegua – Omate permite la integración de pueblos alto andinos localizados en la sierra del departamento (Cuenca del río Tambo).

Las distancias promedias con las ciudades más importantes son:

- Lima-Moquegua 1146 Km.
- Arequipa-Moquegua 227 Km.
- Tacna-Moquegua 159 Km.
- Puno-Moquegua 268 km.

2.1.3. Topografía y fisiografía

Los rasgos físicos del área cubierta son variados, en la parte meridional se encuentran los terrenos llanos y áridos de la costa que constituyen la llanura costanera y en el extremo Noreste la Cadena de Conos Volcánicos de la Cordillera Occidental; entre ambos se desarrolla un territorio semiárido, muy disectado y de fuerte pendiente, que corresponde al Flanco Andino vertiente del Pacífico.

El llano de la costa, o pampas costaneras como se llama también, es un territorio que se encuentra entre 1.000 a 2.200 metros de altitud, con una suave inclinación al Suroeste.

Las pampas costaneras están profundamente disectadas, los valles son en su mayoría secos, durante las lluvias eventuales que tienen lugar dentro de periodos relativamente largos, se originan torrentes y aluvionamientos que dejan sus cauces cubiertos de lodo y piedras.

Los únicos valles que tienen algo de agua por temporadas durante el año, son Moquegua, Cinto y Locumba; también son los únicos lugares cultivados; el resto del área de las pampas costaneras es completamente árido y con escasas posibilidades de agua subterránea; sin embargo, grandes partes son susceptibles de transformarse en terrenos de cultivo mediante irrigaciones.

Hacia el Norte y Noreste el llano de la costa termina en un cambio de pendiente bastante brusco, de rumbo NO-SE, que da paso al Flanco Andino.

El Flanco Andino se extiende al Norte y Noreste de las pampas costaneras, es un territorio escabroso y muy disectado que se desarrolla entre 2.000 y 4.000 metros de altitud. En él se distinguen claramente dos rasgos bien

definidos: la parte inferior, la que sigue inmediatamente a los llanos de la costa, es bastante empinada, pues se levanta rápidamente hasta altitudes de 3.100 y 3.400 metros; la parte superior es un terreno suave a manera de repisa o escalón, que luego pasa al flanco de la cadena de conos volcánicos.

Otro rasgo importante en el Flanco Andino del área de Moquegua es el gran anfiteatro de erosión fluvial del área de Torata, en el fondo de esta concavidad se encuentra el pueblo del mismo nombre.

2.1.4. Clima

El clima de Moquegua es cálido y desértico, con una temperatura media anual de 18 grados centígrados, la máxima se registra entre los meses de enero a marzo con un valor de 30 grados centígrados y la mínima oscila en los 13 grados centígrados durante los meses de mayo y junio.

La máxima velocidad del viento registrada es de 4 nudos en los meses de agosto y la menor velocidad durante los meses de febrero y marzo. La dirección predominante es de Sur Sureste.

2.1.5. Flora y Fauna

Flora. La diversidad florística de la región Moquegua, de la cuenca del río Ilo – Moquegua y las Lomas de Ilo está conformada por especies de plantas vasculares.

En cuanto a las formas de crecimiento, las especies herbáceas alcanzan los valores más altos, superando por más de dos veces en porcentaje (69%) al resto de las especies.

Le siguen en importancia las formas arbustivas y las plantas trepadoras. Los árboles, a pesar de no tener presencia significativa, son importantes porque producen beneficios como la descontaminación del aire fijando el polvo y el humo que la región de Moquegua viene soportando hace más de 40 años, una alta contaminación ambiental debido a la empresa minera.

Así mismo el valor de la región Moquegua no radica en gran medida en el número de especies que alberga, sino en el elevado número de endemismos (Rivas Martínez & Tovar, 1983). De las 55 especies reportadas como endémicas para el Perú (13,7% de la flora), nueve (2,3%) están consideradas al departamento de Moquegua y provienen principalmente de la zona altoandina y lomas costeras.

Fauna. La fauna de Moquegua, es variada, existen especies en toda la región, las cuales se encuentran en los diferentes ecosistemas terrestres y acuáticos.

Las especies ejemplares de la región son:

- La Huallata
- El suri
- Turuca
- Vizcacha
- vicuña

Algunas especies se ven amenazadas debido a la caza, pesca indiscriminada, hay una sobreexplotación de los recursos animales, falta conciencia ambiental de los pobladores y de las personas foráneas que los exterminan con fines de lucro y no miden las consecuencias que va ocasionar al generar un desequilibrio en la cadena trófica.

2.1.6. Recursos

En el área estudiada los recursos de agua, tierras de cultivo y pastos, son escasos, en consecuencia, la producción agrícola y ganadera, y sus derivados manufacturados, son de pequeña escala. Por otro lado, los recursos mineros, especialmente los cupríferos, son cuantiosos.

La agricultura está reducida a la explotación de los terrenos cultivables que existen a lo largo del fondo o piso de los valles, por lo general las tierras agrícolas están muy parceladas.

En el valle de Moquegua se cultivan plantas de clima cálido, tales como la palta, vid, frutales de toda clase, maíz, alfalfa y otros recursos de pan llevar. En los tramos superiores del río Moquegua, mejor dicho, en los valles de sus tributarios que atraviesan el flanco andino, la agricultura se reduce a la siembra de alfalfa, maíz, papa, habas, trigo, cebada, hortaliza, etc., hasta altitudes que llegan a 3.000 - 3.200 m.s.n.m., por arriba de estos niveles no hay sembríos.

En general, la producción agrícola apenas logra abastecer las necesidades locales; también cabe mencionar que se ha incrementado la productividad de paltas; Gracias al convenio español PADA se ha conformado la cooperativa Guadalcazar, que en la actualidad pone este producto en los mercados de Lima y del Exterior. También se viene promocionando el cultivo de la vid, cultivo tradicional de esta ciudad, a la fecha están registradas 10 empresas dedicadas a la transformación de la vid, en Vino, Pisco, Anisado, coñac, macerados; la calidad de estos productos se debe en gran parte al clima y al suelo que le agrega a los productos un sabor y aroma especial.

La ganadería está representada principalmente por la crianza de vacunos en los sectores bajos y por ovinos y llamas en las partes altas; La producción de leche es destinada al consumo local, a la empresa de leche Gloria y a empresas de transformación de derivados lácteos de quesos Yogurt etc.

La minería es la actividad productiva más importante en Moquegua. En el cuadrángulo quedan los depósitos cupríferos de Toquepala, Quellaveco y Cuajone, con una reserva acumulada del orden de 1.200 millones de T.M. de mineral con ley de 0.8 a1% de cobre.

Además de los yacimientos citados, existen en el área depósitos más pequeños, que a la fecha se encuentran inactivos. Para usos locales en forma esporádica se explotan las areniscas y arcillas del miembro inferior de la formación Moquegua.

2.1.7. Geología Regional

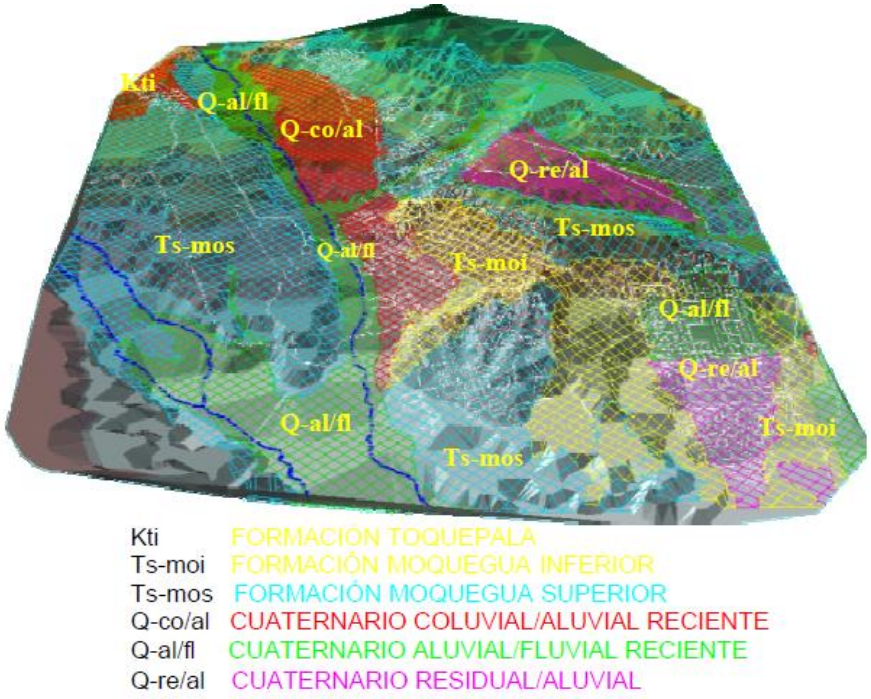
Geológicamente la zona de estudio está ubicada en la Región Sur Occidental de los Andes y la Llanura costanera, a una altura promedio de 2,200 m.s.n.m. (Provincia de Mariscal Nieto). Específicamente esta zona se encuentra entre el flanco andino y la llanura costanera, de los cuales el primero está conformado por rocas volcánicas del cretáceo superior y del terciario inferior, siendo denominado como grupo Toquepala; y la segunda está constituida por rocas sedimentarias del terciario superior, denominada como Formación Moquegua.

El grupo Toquepala está compuesto por riolitas, andesitas, dacitas y flujos piroclásticos (Formación Toquepala), mientras que la Formación Moquegua está constituida por lutitas, areniscas arcósicas y limolitas (Moquegua Inferior);

conglomerados y areniscas arcósicas y tufáceas (Moquegua Superior). La zona media de la ciudad de Moquegua está sentada sobre la formación “Moquegua Inferior” y la zona alta sobre la formación “Moquegua Superior”, la parte baja está ubicada sobre depósitos cuaternarios recientes.

Estructuralmente la Formación Moquegua tiene una suave ondulación que en conjunto se presenta como un extenso plano inclinado en la dirección Sur - Oeste, con un ángulo de 0° a 12° y con rumbo NO-SE. Muy próximo a la zona de estudio existe un sistema de fallamiento regional denominado Inkapuquio con rumbo NO-SE que transcurre paralelo al flanco andino; a su vez, por ser una geoforma escarpada con dirección coincidente al fallamiento, las laderas del Sur Oeste de los cerros Los Angeles, Estuquiña y Huarancane posiblemente sean la prolongación de dicha falla.

Figura 2. Muestra el mapa de geología superficial del área geográfica de Moquegua.



Fuente: Informe de Zonificación Geotécnica Sísmica de la Ciudad de Moquegua

2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Para mejor comprensión de la presente investigación se consideró los términos más importantes.

Ácido: Sustancia que produce iones H+ en solución acuosa. Los ácidos se ionizan totalmente, o casi en su totalidad, en soluciones acuosas diluidas.

Ácido bórico: El ácido bórico o ácido trioxobórico (III) es un compuesto químico, ligeramente ácido. Es usado como antiséptico, insecticida, retardante de la llama y precursor de otros compuestos químicos. Es usado también como agente tampón para regulación del pH.

Hasta 1981 se usaba como ingrediente en abonos foliares y en la conservación de alimentos como el marisco, aunque a partir de 1983, por recomendación de las administraciones, se fue sustituyendo por el metabisulfito sódico y, en la actualidad, su uso es ilegal.

Existe en forma cristalina (polvo de cristales blancos) que se disuelve fácilmente en agua. Su fórmula química es H_3BO_3. La forma mineral de este compuesto se denomina sassolita.

Agua Negras: Residuo de agua, de composición variada, proveniente de un proceso de actividad doméstica, en el cual su composición original ha sufrido una degradación. Las aguas negras provienen de los baños, las aguas grises de cocina y lavandería.

Anomalías en suelos residuales: Anomalía geoquímica presente en suelos formados por la desintegración y la descomposición de las rocas sobre la

cual están presentes y por la meteorización de sus minerales. En los suelos residuales generalmente los patrones de distribución primaria de elementos se expresan en forma relativamente clara, aun cuando son modificados por diferentes procesos superficiales.

Apertura de vías: Adecuamiento o construcción de infraestructura vial (carreteras), para tener acceso al sitio donde se adelanta la explotación.

Bórax: El bórax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, borato de sodio o tetraborato de sodio) (probablemente de la palabra persa al bürah) es un compuesto importante del boro. Es el nombre comercial de la sal de boro. Es un cristal blanco y suave que se disuelve fácilmente en agua; con densidad (decahidrato) de 1.73 g/cm^3. Si se deja reposar al aire libre, pierde lentamente su hidratación y se convierte en tincalconita ($Na_2B_4O_7 \bullet 5\ H_2O$). El bórax comercial generalmente se deshidrata en parte.

Calidad de Vida: La calidad de vida designa las condiciones en que vive una persona que hacen que su existencia sea placentera y digna de ser vivida, o la llenen de aflicción. Es un concepto extremadamente subjetivo y muy vinculado a la sociedad en que el individuo existe y se desarrolla.

Campamento Minero: Una colonia de mineros asentados temporalmente cerca de una mina o a un distrito minero. Término impropiamente aplicado a cualquier pueblo minero. Instalaciones donde pernocta el personal que labora en una mina.

Concesión minera: es el derecho que se confiere, por medio de los tribunales ordinarios de justicia, a toda persona para que explore o explote las sustancias minerales concesibles que existan dentro del perímetro de un terreno

determinado, siempre que se cumpla con el interés público que justifica su otorgamiento.

Desgrasante: Se llama desgrasante, desengrasante, elemento magro o antiplástico a todo aditivo corrector no plástico, orgánico e inorgánico, que se agrega a la arcilla para evitar una plasticidad excesiva. Los desgrasantes orgánicos consiguen dejar huecos al cocer la pieza, espacio molecular que permite el ajuste de las partículas.

Defloculante: Un floculante o agente floculante es una sustancia química que aglutina y coagula sólidos en suspensión, provocando su precipitación. Por ejemplo, el alumbre, que es un grupo de compuestos químicos, formado por dos sales combinadas en proporciones definidas una de las sales es el sulfato de aluminio o el sulfato de amonio.

Engobe: se entiende por engobe una arcilla coloreada o no, que se aplica sobre una pasta soporte a modo de esmalte para modificar su aspecto externo, aportando una textura terrosa no vítrea». Un engobe clásico sería sobre un 100% de barbotina, morteado y mezclado con un 1% al 10% de óxido colorante.

Engobe Borosilicatado: es el engobe mejorado con una sustancia determinada en este caso es el Ácido Bórico, dándole una propiedad de bajo índice de absorción de agua.

Esmalte: En cerámica, se denomina cubierta al proceso final que tiene como objetivo tapar el poro de la materia cerámica, dotándola de impermeabilidad y añadiéndole belleza, dureza, resistencia a las inclemencias ambientales etc.

Fundente: Se conocen con el nombre de fundente a una amplia gama de productos químicos que se utilizan en los procesos de fusión de los minerales

para rebajar el punto de fusión y eliminar parte de la escoria del propio proceso de fusión. Este concepto va relacionado con la temperatura de fusión de cada elemento de los que está compuesta la mezcla, así el de menor temperatura es el primer inductor de la fusión.

Según las temperaturas que se desee alcanzar, estos compuestos varían: el plomo y los álcalis para las más bajas, y el sodio y el potasio de los feldespatos para las altas. Seger, recomienda que es preferible incluir varios fundentes a la vez.

Inodoro Seco: es un tipo de baño que se caracteriza por no utilizar agua entubada, sino que aprovecha las capacidades de la compostación (fermentación aerobia) y la desecación para degradar la materia fecal.

Impacto Ambiental: es el efecto causado por una actividad humana sobre el medio ambiente. La ecología, que estudia la relación entre los seres vivos y su ambiente, se encarga de medir dicho impacto y de tratar de minimizarlo

Pasivo Ambiental: es un concepto que puede materializarse o no en un sitio geográfico contaminado por la liberación de materiales, residuos extraños o aleatorios, que no fueron remediados oportunamente y siguen causando efectos negativos al ambiente.

Medio Ambiente: el medio ambiente es un sistema formado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados y que son modificados por la acción humana. Se trata del entorno que condiciona la forma de vida de la sociedad y que incluye valores naturales, sociales y culturales que existen en un lugar y momento determinado.

Los seres vivos, el suelo, el agua, el aire, los objetos físicos fabricados por el hombre y los elementos simbólicos (como las tradiciones, por ejemplo) componen el medio ambiente. La conservación de éste es imprescindible para la vida sostenible de las generaciones actuales y de las venideras.

Podría decirse que el medio ambiente incluye factores físicos (como el clima y la geología), biológicos (la población humana, la flora, la fauna, el agua) y socioeconómicos (la actividad laboral, la urbanización, los conflictos sociales).

Se conoce como ecosistema al conjunto formado por todos los factores bióticos de un área y los factores abióticos del medio ambiente; en otras palabras, es una comunidad de seres vivos con los procesos vitales interrelacionados.

La ecología es otra noción vinculada al medio ambiente, ya que se trata de la disciplina que estudia la relación entre los seres vivos y su entorno, cuya subsistencia puede garantizarse a través de un comportamiento ecológico, que respete y proteja los recursos naturales.

Mineral: El mineral es un elemento o compuesto químico que se encuentra en la naturaleza, de composición definida y estructura atómica determinada, formado mediante procesos naturales e inorgánicos. Una roca puede estar compuesta por uno o varios minerales; por ejemplo, el granito es una roca ígnea compuesta por tres minerales: feldespato, cuarzo y mica. Además de encontrar los minerales como parte de la composición de las rocas, éstos también se pueden encontrar puros en cantidades suficientes que se explotan en las minas o yacimientos. Se conocen actualmente más de 3.000 especies de minerales, la mayoría de los cuales se caracterizan y se clasifican por su composición química,

su estructura cristalina y sus propiedades físicas (dureza, tenacidad, color, brillo, diafanidad, refracción, entre otros).

Minería a Cielo Abierto: Actividades y operaciones mineras desarrolladas en superficie.

Plastificante: Los plastificantes, como los ftalatos, son sustancias químicas sintéticas y orgánicas. Se trata de unos aditivos importantes, ya que determinan las propiedades físicas de los productos poliméricos. Existen más de 300 tipos distintos de plastificantes.

Propiedades físicas, químicas y mecánicas: Dentro de las propiedades físicas se incluyen densidad, porosidad, permeabilidad a líquidos y gases, capacidad calorífica, conductividad y expansión térmicas, etc. Entre las propiedades químicas pueden incluirse la resistencia a soluciones ácidas y alcalinas, y a las reacciones inducidas por la presencia de sales. Las propiedades mecánicas incluyen la resistencia a la compresión, tensión, flexión e impacto y penetración por otro cuerpo y por otras acciones que involucran la generación de fuerzas, como la cristalización de hielo y sales en el interior del sistema poroso de los materiales y los cambios volumétricos de los mismos debidos a cambios de temperatura.

Recurso Hídrico: Sustancia líquida sin olor, color ni sabor que se encuentra en la naturaleza en estado más o menos puro formando ríos, lagos y mares, ocupa las tres cuartas partes del planeta Tierra y forma parte de los seres vivos; está constituida por hidrógeno y oxígeno (H_2O).

Saneamiento Básico: es el mejoramiento y la preservación de las condiciones sanitarias óptimas de: Fuentes y sistemas de abastecimiento de agua

para uso y consumo humano. Disposición sanitaria de excrementos y orina, ya sean en letrinas o baños. Manejo sanitario de los residuos sólidos, conocidos como basura.

Sonami: Sociedad Nacional de Mineria – chile.

Vías de Acceso: caminos y carreteras construidas para acceder a las plantas, para ingreso de suministros y facilitar el acceso de los vehículos a la mina o cantera.

Vitrificante: convertir una sustancia en vidrio.

III. METODOLOGIA

3.1. PROCEDIMIENTOS

3.1.1. Tipo y Diseño

El tipo de investigación es una investigación inductiva y cuantitativa, diseño tipo experimental. En este trabajo se utilizará los resultados de esta tecnología (inodoro con recubrimiento de engobe), se compararán o contrastaran con los de empleo tradicionales (inodoro sin recubrimiento de engobe) y se determinara cuanto se ahorra de agua y llevar este análisis a un caso de estudio real cuya problemática es la de muchos campamentos mineros asentados en regiones mineras donde la actividad es de minería superficial a gran escala.

3.1.2. Nivel de Investigación

Experimental

Responde a las preguntas: ¿Porque el mantenimiento de infraestructura civil en campamentos mineros, demanda utilizar o emplear excesivas cantidades de agua potable y esto disminuye las posibilidades de optimizar su uso en otras áreas?, ¿Los sistemas de saneamiento básico que se obtienen o devienen de aplicar en el futuro una nueva tecnología basada en los esmaltes mejorados de engobes de borosilicato, son capaces de ahorrar el recurso agua para ser utilizado en operaciones mineras?, ¿Por qué se desperdicia el recurso hídrico en la utilización de mobiliario sanitarios en campamento minero?, etc.

La investigación experimental es un tipo de investigación que bien utiliza experimentos y los principios encontrados en el método científico. Los experimentos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio o fuera de él. Estos generalmente involucran un número relativamente pequeño de personas y abordan una pregunta bastante enfocada. Los experimentos son más efectivos para la investigación explicativa y frecuentemente están limitados a temas en los cuales el investigador puede manipular la situación en la cual las personas se hallan. La investigación experimental se utiliza generalmente en ciencias tales como la sociología y la psicología, la física, la química, la biología y la medicina, entre otras. Los experimentos pueden ser llevados a cabo en el laboratorio o fuera de él.

3.1.2.1. *una nueva tecnología que resulta de reutilizar los lodos residuales agrícolas contaminados con el ácido bórico*.

Del barro residual se puede obtener 2 subproductos totalmente reutilizables, el primero es el barro que se reutiliza como arcilla para hacer los engobes que se plantean en esta investigación y el segundo subproducto es agua que puede reutilizarse para otros fines secundarios no necesariamente para consumo humano.

A continuación, se describe el procedimiento para separar la máxima cantidad de agua de una masa pastosa de barro de un kilogramo, al final del procedimiento se obtendrá 850 gramos de barro dentro del cual aún queda ácido bórico más o menos en un porcentaje del 10% al 20%.

El Ácido Bórico es un producto estable, pero cuando se le calienta pierde agua formando primeramente ácido metabórico (HBO_2) y si se sigue calentando se convierte en óxido bórico (B_2O_3).

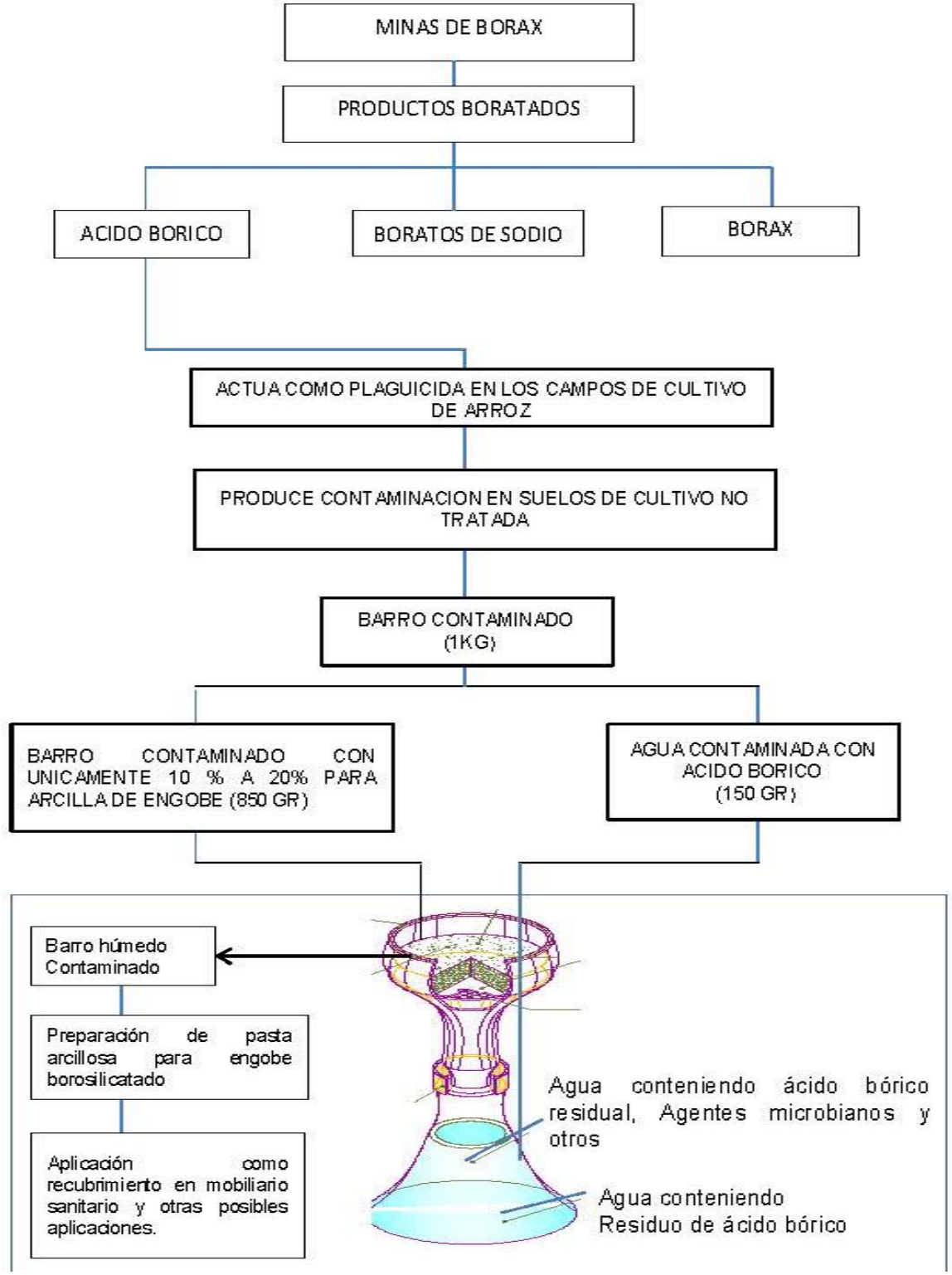
Primeramente de cada kilogramo de barro contaminado se deja escurrir durante una hora el agua en un embudo Buchner hasta que el agua decantada pese aproximadamente 150 gramos y este asentada en el fondo, este procedimiento demora aproximadamente una hora , (Ver figura adjunta) este líquido resultante se vuelve a verter en un nuevo recipiente y se hace calentar a una temperatura de 50 grados para ir reduciendo la peligrosidad del ácido bórico y matar también agentes bacterianos , y así el ácido bórico se convertirá en acido metabólico.

Tabla 1. Proceso metodológico

1	**¿QUE ESTUDIO?**	Engobes obtenidos con residuos de minas boratados: ácido bórico	**OBJETO DE ESTUDIO**
2	**¿COMO ESTUDIO?**	Aplicando el METODO EXPERIMENTAL en la reutilización del ácido borico como insumo para obtener el engobe	**METODOLOGIA**
3	**¿PARA QUE ESTUDIO?**	Para resolver el problema de uso de agua en actividades operativas al interior de campamentos mineros	**OBJETIVO**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Obtención de ácido bórico para la investigación.



Fuente: Elaboración propia

El nuevo peso que tiene el líquido luego de calentarse, luego de una hora es de 120 gr, a este mismo liquido se le somete a calentamiento nuevamente a 100 grados hasta llegar a un punto de ebullición y extraer agua destilada totalmente del compuesto ácido metaborico, como resultado de ello quedara una masa en el fondo del recipiente de un peso 40 gramos que es el óxido bórico, por lo tanto, se rescata agua ya libre de patógenos en una cantidad de 80 gramos.

En conclusión, es posible rescatar agua de cada kilogramo de barro contaminado en una cantidad aproximada de 80 gramos

3.1.2.2. *utilización de datos referenciales para su potencial aplicación en poblaciones de campamentos mineros afectadas por la escasez de recursos hídricos*.

El ámbito poblacional sobre el que se aplica el presente estudio se localiza en la mina ANTAMINA, cuya infraestructura de servicios y su población se encuentran con bajos niveles de calidad de vida. Por lo que las variables de análisis serian:

- Nueva tecnología y lineamientos de saneamiento básico inspirada en el diseño de un esmalte recubridor de mobiliario sanitario obtenido de insumos boratados altamente deslizante.
- Mantenimiento y saneamiento de infraestructura civil y de servicios básicos en campamentos mineros.

3.1.3. Población y Muestra

***La población de la mina Antamina*:**

La población materia de estudio de la presente investigación pertenece al grupo poblacional del campamento minero Antamina. El objetivo de la tesis es encontrar una metodología que resuelve el problema de desperdicio de agua al utilizar los saneamientos básicos dentro de los campamentos mineros, entonces el objeto de estudio de la presente tesis es determinar que procedimientos permitiría hacer un ahorro de agua potable en base de la reutilización del boro residual.

El objeto de estudio es el engobe y la evaluación de sus propiedades y ventajas técnicas, la naturaleza de los datos a recoger no corresponde a variables cualitativas, si no, a variables cuantitativas continuas.

***Tamaño de la muestra*:**

Como ya se definió que las unidades de estudio son cuantitativas continuas se ha elegido aleatoriamente 10 muestras para el engobe con 10% de ácido bórico, 10 muestras para el engobe con 20% de ácido bórico, 9 muestras para el engobe con 30% de ácido bórico y 7 de la muestra patrón totalmente aleatoria.

3.2. ANÁLISIS DE DATOS

3.2.1. Validación y Confiabilidad de los Instrumentos

Como vamos a analizar y validar que confiabilidad puede ofrecer la cualidad de baja absorción, alta capacidad antideslizante del material propuesto, en esta investigación se va a hacer un análisis en base a la toma de muestras en

laboratorio de sucesivos ensayos realizados con mezclas de arcilla borosilicatada para engobe sanitario, la cual incluye diferentes proporcionamientos de ácido bórico, en 10, 20 y 30 por ciento para averiguar si los datos de absorción obtenidos son confiables para su posterior replica en un caso real, y para ello se utilizaran los siguientes modelos estadísticos.

Validación y confiabilidad del proyecto: Es confiable en un 95% según método estadístico.

3.2.2. Métodos y Técnicas para la presentación de Análisis de Datos

La estadística es la parte de las Matemáticas que estudia cómo recopilar y resumir gran cantidad de información para extraer conclusiones.

La población de un estudio estadístico es el conjunto de elementos objeto de estudio. Cada elemento se denomina individuo. Cuando el número de individuos de la población es muy grande, tomamos una parte de ésta, denominada muestra. La muestra es un subconjunto de la población y tiene que ser representativa de la misma.

La variable estadística es la propiedad o característica de la población que estamos interesados en estudiar. Puede ser cualitativa o cuantitativa.

- Las variables cualitativas toman valores no numéricos.
- Las variables cuantitativas toman valores numéricos. Entre ellas, distinguimos dos tipos: discretas y continuas.
  - Las variables cuantitativas discretas no pueden tomar valores intermedios entre dos valores posibles consecutivos.

- Las variables cuantitativas continuas pueden tomar valores intermedios entre dos valores tan próximos como deseemos.

Estadística descriptiva para cada variable. Se analiza una variable separada de las demás, es decir, se identifica y relaciona por cada una. Se trabaja con los análisis de Varianza de un Diseño Anova unifactorial con bloques complementamente aleatorios.

IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADO DE LA PRUEBA EMPLEADA

4.1.1. Materiales y Método

Como el objetivo de la investigación es evaluar el engobe y si la inclusión del ácido bórico permite obtener un compuesto mejorado, la metodología ha recurrido a seleccionar un numero de 36 muestras y someterlas a la absorción de agua. La investigación demando una cantidad de materiales equipos que pueden ver se en la Tabla No 02, donde puede apreciarse en líneas generales los insumos a utilizar y los equipos básicos.

El diseño de la mezcla de la pasta base está conformada por 8 insumos, los cuáles se caracterizan por ser en su mayor parte materiales reciclados, los proporcionamientos de los 8 insumos, está en función de porcentajes estimados en base al peso total de toda la mezcla. La mayor parte de los insumos son provenientes de materiales vítreos reciclados. El diseño de mezclas de la pasta base, es igual para los 3 prototipos en lo que respecta a las dosificaciones de los 7 primeros insumos, el insumo que cambia o es distinto en cada subtipo, es el ácido bórico. donde todos los Insumos representan sumados un peso de 500gr. (Ver Tabla No 02). donde todos los Insumos representan sumados un peso de 500gr. (Ver Tabla No 02).

Tabla 2. Peso de los Insumos

MATERIALES		EQUIPOS	
1)**Polvos arcillosos de piedras lajas molidas**	50gr	Recipientes de ágata	15
2)**Caolín**	100 gr	Envases o vasos precipitados de vidrio cilíndricos	25
3)**Bórax**	238 gr	Tamices normalizados para granulometría no 200.	08
4)Cuarzo	50 gr	Capsulas de porcelana de 50mm	25
5)Vidrio molido pasante malla 200	12 gr	Crisoles de porcelana	25
6)Silicato sódico	variable	Compresora hidráulica	02
7)Ácido bórico	50 gr	Mascarillas y guantes de protección o seguridad.	24
8)Pigmento azul sintético o	50 gr	Lentes de seguridad	24
Pigmento amarillo sintético	10 gr	Un Horno Mufla grande y uno pequeño	02
Marmolina roja	50 gr	Un termómetro digital	03
Marmolina blanca	10 gr	Una compresora de mano	01
9)Oxido de cobre o cobre en polvo	225 gr	Balanza de precisión de 02 dígitos	02
10) Agua	variable	Planchas refractarias	20

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Determinación del tamaño de las muestras de análisis

La definición del tipo de muestra, así como de su cantidad, de especímenes, tuvo que ver con el tipo de modelo estadístico a implementar, en esta investigación, el empleo del método de ANOVA unifactorial con bloques completamente aleatorizado, nos permite obtener resultados altamente confiables, porque recurrimos a un total de 10 niveles (días), con 3 repeticiones, lo cual nos da 30 resultados o unidades experimentales. Es decir, estamos interesados en contrastar el efecto de un solo factor, que se presenta con diez niveles, sobre la variable respuesta. La preparación de las muestras consistió en sumergir cada uno en agua durante 24 horas, lo cual se repitió durante 10 veces. En la Tabla No 03 podemos ver las 36 unidades experimentales impermeabilidad de los engobes de borosilicato.

Tabla 3. Niveles de absorción de agua de los engobes de boro silicato. Analisis Anova Unifactorial con bloques completamente aleatorizados.

periodo de tiempo	*Dosificaciones con ácido bórico*			
	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4*
	10 gr de ácido bórico	20 gr de ácido bórico	30 gr de ácido bórico	*MUESTRA CONTROL O*
Día 01	0.250 % de absorción	0.090 % de absorción	0.310 % de absorción	0.16 % de absorción
Día 02	0.230 % de absorción	0.110 % de absorción	0.350 % de absorción	0.08 % de absorción
Día 03	0.230 % de absorción	0.090 % de absorción	0.350 % de absorción	0,17 % de absorción
Día 04	0.190 % de absorción	0.050 % de absorción	0.300 % de absorción	0.09 % de absorción
Día 05	0.230 % de absorción	0.060 % de absorción	0.350% de absorción	0.07 % de absorción
Día 06	0.200 % de absorción	0.060 % de absorción	0.320 % de absorción	0.11 % de absorción
Día 07	0.190 % de absorción	0.070 % de absorción	0.295 % de absorción	0.16 % de absorción
Día 08	0.211 % de absorción	0.090 % de absorción	0.340 % de absorción	
Día 09	0.210 % de absorción	0.080 % de absorción	0.290 % de absorción	
Día 10	0.190 % de absorción	0.080 % de absorción		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Índices de absorción de agua promedio por cada grupo de análisis.

	GRUPO 1	*GRUPO 2*	*GRUPO 3*	*GRUPO 4*
Superficie cubierta con engobe	8.4 cm^2	8.4 cm^2	8.4 cm^2	8.4 cm^2
Peso promedio agua absorbida	0.213 % absorc.	0.078 % absorc.	0.323 % absorc	0.120 % absorc

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Insumos mezclados borax, caolín, acido borico, cuarzo, vidrio molido, pigmento amarillo.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Técnica del spray para recubrir con engobe los especímenes muestra



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Especímenes que representan los resultados de los proporcionamientos de 10,20 y 30 gr de acido borico.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Proporciona miento incluyendo 10, 20 y 30 gr de ácido bórico y la muestra patrón.

PROPORCIONAMIENTO INCLUYENDO 10 gr DE ÁCIDO BORICO											
	100%	arcillas	caolín	bórax	ácido bórico	cuarzo	vidrio molido	silicato sódico	PIGMENTO AZUL		peso seco
									pigmento amarillo	marmolina blanca	
Plastificantes	30%	10 gr	20 gr								30
Fundentes	50%			40 gr	**10 gr**						50
Desengrasantes	10%					4 gr	6 gr				10
Colorantes	10%								0.6 gr	9.4 gr	10
TOTAL											100 gr
PROPORCIONAMIENTO INCLUYENDO 20 gr DE ÁCIDO BORICO											
	100%	arcillas	caolín	bórax	ácido bórico	cuarzo	vidrio molido	silicato sódico	PIGMENTO AZUL		peso seco
									pigmento amarillo	marmolina blanca	
Plastificantes	30%	10 gr	20 gr								30
Fundentes	50%			30 gr	**20 gr**						50
Desengrasantes	10%					4 gr	6 gr				10
Colorantes	10%								0.6 gr	9.4 gr	10
TOTAL											100 gr
PROPORCIONAMIENTO INCLUYENDO 30 gr DE ÁCIDO BORICO											
	100%	arcillas	caolín	bórax	ácido bórico	cuarzo	vidrio molido	silicato sódico	PIGMENTO AZUL		peso seco
									pigmento amarillo	marmolina blanca	
Plastificantes	30%	10 gr	20 gr								30
Fundentes	50%			20 gr	**30 gr**						50
Desengrasantes	10%					4 gr	6 gr				10
Colorantes	10%								0.6 gr	9.4 gr	10
TOTAL											100 gr

PROPORCIONAMIENTO DE MUESTRA PATRON								
	100%	arcillas	caolín	bórax	cuarzo	silicato sódico	pigmento amarillo	peso
Plastificantes	30%	10 gr	55 gr			opcional		30
Fundentes	50%			15 gr		opcional		50
Desengrasantes	10%				20 gr	opcional		10
Colorantes	10%					opcional	10 gr	10
TOTAL								100 gr

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Modelo Estadístico para validar los resultados previamente obtenidos

- Variable respuesta: Niveles de absorción de agua o gramos de agua absorbida.
- Variable independiente: tiene cuatro niveles como son los porcentajes de ácido bórico.
- Bloque: Tiene diez niveles, que representan a los días.

Tabla 6. Tabla de Resultados

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	1,562	13	0.120	198.117	0.000
Grupo	0.316	3	0.105	173.658	0.000
Tiempo	0.009	9	0.001	1.625	0.167
Error	0.014	23	0.001		
Total	1.576	36			

Fuente: software estadístico.

- **Coeficiente de Variación:**

$$CV = \frac{\sqrt{0.000985}}{0.18489} X100 = 16.97\%$$

Para la presente investigación es del 16.97% demostrando que tiene un grado de variabilidad baja y consecuentemente la media general tiene representatividad para todo el diseño y por tanto el diseño realizado tiene muy buena confiabilidad.

- **Para los tratamientos (Ácido bórico)**

Formulación de hipótesis estadística al 5% de error:

Hipótesis Nula: El % de ácido bórico no influye en el grado de impermeabilidad de los engobes de borosilicato.

Hipótesis Alterna: El % de ácido bórico influye en el grado de impermeabilidad de los engobes de borosilicato.

- **Para los bloques (Ácido bórico)**

Formulación de hipótesis estadística al 5% de error:

Hipótesis Nula: El tiempo no influyen en los niveles de absorción de agua.

Hipótesis Alterna: El tiempo influyen en los niveles de absorción de agua.

La tabla 7, muestra que existe diferencia significativa para él % de ácido bórico, lo cual podemos mencionar que dicho porcentaje de ácido bórico influye en el grado de impermeabilidad de los engobes de borosilicato, es decir que existe diferencia entre los grupos; sin embargo, no se encontró diferencia significativa para los bloques, es decir que el tiempo no influyen en los niveles de absorción de agua y consecuentemente el haber bloqueo en dicho análisis, esta no ha tenigo efecto.

- **Comparaciones multipes**

Tabla 7. Tabla de Comparaciones.

(I) Grupo			Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Tukey	Grupo 0	Grupo 1	-,09310*	0.012137	0.000	-0.12669	-0.05951
		Grupo 2	,04200*	0.012137	0.011	0.00841	0.07559
		Grupo 3	-,20278*	0.012412	0.000	-0.23713	-0.16843
	Grupo 1	Grupo 0	,09310*	0.012137	0.000	0.05951	0.12669
		Grupo 2	,13510*	0.011014	0.000	0.10462	0.16558
		Grupo 3	-,10968*	0.011316	0.000	-0.14099	-0.07836
	Grupo 2	Grupo 0	-,04200*	0.012137	0.011	-0.07559	-0.00841
		Grupo 1	-,13510*	0.011014	0.000	-0.16558	-0.10462
		Grupo 3	-,24478*	0.011316	0.000	-0.27609	-0.21346
	Grupo 3	Grupo 0	,20278*	0.012412	0.000	0.16843	0.23713
		Grupo 1	,10968*	0.011316	0.000	0.07836	0.14099
		Grupo 2	,24478*	0.011316	0.000	0.21346	0.27609
Scheffe	Grupo 0	Grupo 1	-,09310*	0.012137	0.000	-0.12968	-0.05652
		Grupo 2	,04200*	0.012137	0.020	0.00542	0.07858
		Grupo 3	-,20278*	0.012412	0.000	-0.24019	-0.16537
	Grupo 1	Grupo 0	,09310*	0.012137	0.000	0.05652	0.12968
		Grupo 2	,13510*	0.011014	0.000	0.10190	0.16830
		Grupo 3	-,10968*	0.011316	0.000	-0.14378	-0.07557
	Grupo 2	Grupo 0	-,04200*	0.012137	0.020	-0.07858	-0.00542
		Grupo 1	-,13510*	0.011014	0.000	-0.16830	-0.10190
		Grupo 3	-,24478*	0.011316	0.000	-0.27888	-0.21067
	Grupo 3	Grupo 0	,20278*	0.012412	0.000	0.16537	0.24019
		Grupo 1	,10968*	0.011316	0.000	0.07557	0.14378
		Grupo 2	,24478*	0.011316	0.000	0.21067	0.27888
DMS	Grupo 0	Grupo 1	-,09310*	0.012137	0.000	-0.11821	-0.06799
		Grupo 2	,04200*	0.012137	0.002	0.01689	0.06711
		Grupo 3	-,20278*	0.012412	0.000	-0.22845	-0.17710
	Grupo 1	Grupo 0	,09310*	0.012137	0.000	0.06799	0.11821
		Grupo 2	,13510*	0.011014	0.000	0.11231	0.15789
		Grupo 3	-,10968*	0.011316	0.000	-0.13309	-0.08627
	Grupo 2	Grupo 0	-,04200*	0.012137	0.002	-0.06711	-0.01689
		Grupo 1	-,13510*	0.011014	0.000	-0.15789	-0.11231
		Grupo 3	-,24478*	0.011316	0.000	-0.26819	-0.22137
	Grupo 3	Grupo 0	,20278*	0.012412	0.000	0.17710	0.22845
		Grupo 1	,10968*	0.011316	0.000	0.08627	0.13309
		Grupo 2	,24478*	0.011316	0.000	0.22137	0.26819
Bonferroni	Grupo 0	Grupo 1	-,09310*	0.012137	0.000	-0.12813	-0.05807
		Grupo 2	,04200*	0.012137	0.013	0.00697	0.07703
		Grupo 3	-,20278*	0.012412	0.000	-0.23860	-0.16695
	Grupo 1	Grupo 0	,09310*	0.012137	0.000	0.05807	0.12813
		Grupo 2	,13510*	0.011014	0.000	0.10331	0.16689
		Grupo 3	-,10968*	0.011316	0.000	-0.14234	-0.07702
	Grupo 2	Grupo 0	-,04200*	0.012137	0.013	-0.07703	-0.00697
		Grupo 1	-,13510*	0.011014	0.000	-0.16689	-0.10331
		Grupo 3	-,24478*	0.011316	0.000	-0.27744	-0.21212
	Grupo 3	Grupo 0	,20278*	0.012412	0.000	0.16695	0.23860
		Grupo 1	,10968*	0.011316	0.000	0.07702	0.14234
		Grupo 2	,24478*	0.011316	0.000	0.21212	0.27744

Fuente: software estadístico.

Según la tabla de comparaciones múltiples se trabajó con la prueba de Tukey, Scheffe, DMS y Bonferroni, lo cual demuestra que existe diferencias significativas entre los cuatro grupos, es así que existe diferencia significativa en la combinación de los cuatro grupos en los cuales muestra valores menores al 5%, ya que en las combinaciones de todos los grupos y especialmente con el grupo de “0”, muestra que existen diferencias significativas.

Tabla 8. Comparaciones de promedios para los niveles de absorción de agua, según Tukey y Sheffe.

Grupo		N	Subconjunto			
			1	2	3	4
Tukey	Grupo 2	10	0.07800			
	Grupo 0	7		0.12000		
	Grupo 1	10			0.21310	
	Grupo 3	9				0.32278
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000
Scheffe	Grupo 2	10	0.07800			
	Grupo 0	7		0.12000		
	Grupo 1	10			0.21310	
	Grupo 3	9				0.32278
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: software estadístico.

Según la tabla muestra que existen diferencias significativas entre los cuatro grupos, así para el grupo 2 con un promedio de 0.078 que es el de menor promedio y por tanto conforma un solo grupo, seguidamente observamos al grupo 0 con promedio de 0.12, al igual el grupo 1 cuyo promedio es de 0.213 y un cuarto grupo que es diferente al grupo 0, al grupo 1, y grupo 2 cuyo promedio es de 0.3227, confirmando de esta manera las diferencias significativas entre los grupos en estudio.

- **Supuestos para el diseño de bloques completamente al azar (DBCA)**

  Supuestos de normalidad:

Tabla 9. Prueba de normalidad para los tres niveles como son los porcentajes de ácido bórico.

		Grupo			
		Grupo 0	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
		Adsorción agua	Adsorción agua	Adsorción agua	Adsorción agua
N		7	10	10	9
Parámetros normales	Media	0.12000	0.21310	0.07800	0.32278
	Desv. Desviación	0.042426	0.021095	0.018135	0.025139
Máximas diferencias extremas	Absoluto	0.256	0.188	0.154	0.198
	Positivo	0.189	0.163	0.154	0.151
	Negativo	-0.256	-0.188	-0.146	-0.198
Estadístico de prueba		0.256	0.188	0.154	0.198
Sig. asintótica(bilateral)		0,185	0,200	0,200	0,200

Fuente: software estadístico.

Formulación de hipótesis estadística al 5% de error:

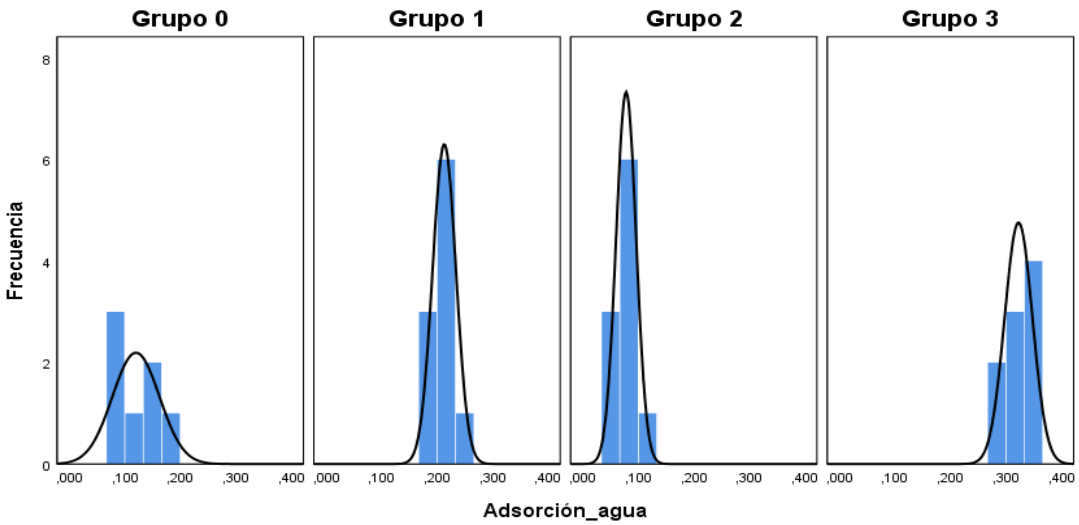
Hipótesis Nula: Los datos (grupo 0, 1, 2 y 3) se distribuyen de forma normal.

Hipótesis Alterna: Los datos (grupo 0, 1, 2 y 3) no se distribuyen de forma normal.

Según la tabla anterior, observamos que para los cuatro grupos (grupo 0, 1, 2 y 3) muestran valores de 0,2; por tanto, son mayores al 0.05 0 de 5%, consecuentemente podemos afirmar que los datos para los cuatro grupos se distribuyen de forma normal.

Consecuentemente la figura de normalidad confirma la hipótesis planteada y contrastada sobre la normalidad de datos.

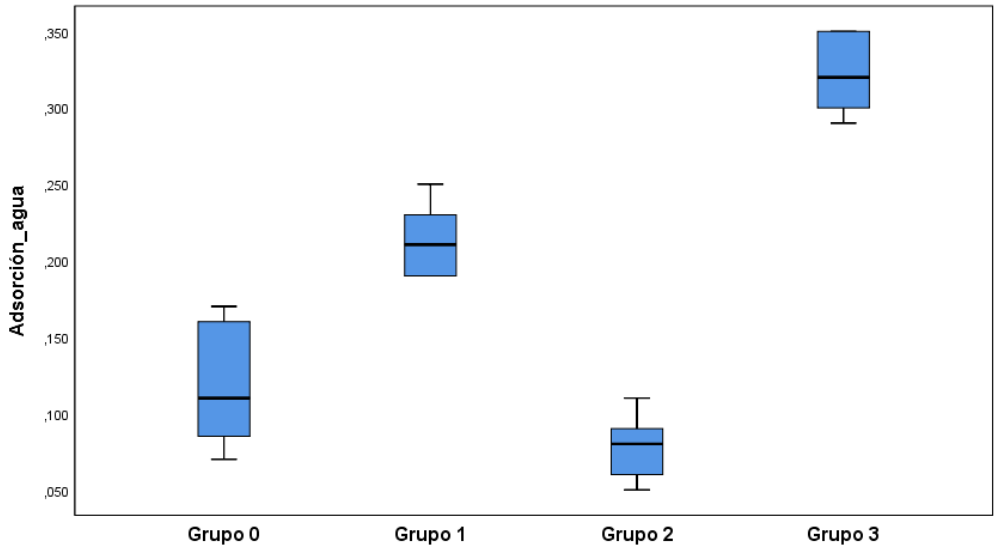
Figura 7. Comportamiento de normalidad para los cuatro niveles como son los porcentajes de ácido bórico.



Fuente: software estadístico.

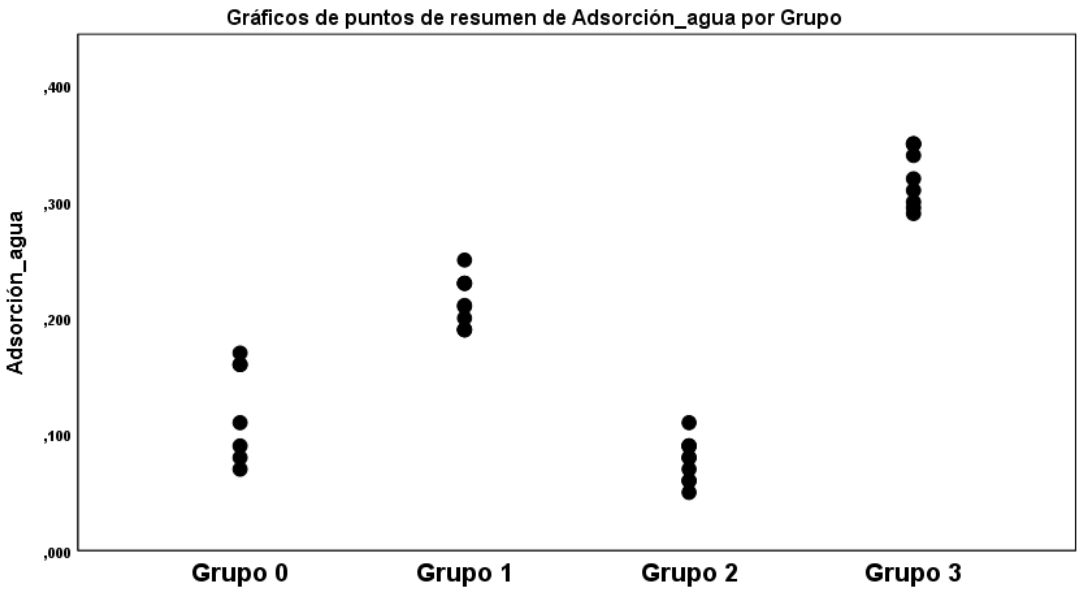
Diagrama de cajas y bigotes:

Figura 8. Diagrama de cajas y bigotes para los cuatro niveles como son los porcentajes de ácido bórico.



Fuente: software estadístico.

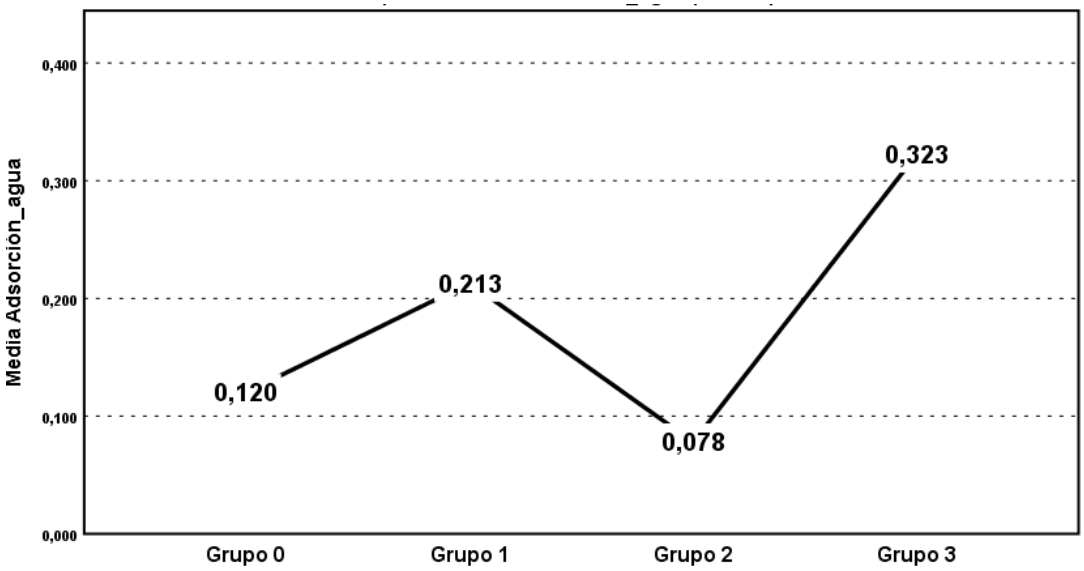
Figura 9. Dispersión de puntos para los tres niveles como son los porcentajes de ácido bórico.



Fuente: software estadístico.

El diagrama de caja y bigotes así el comportamiento de datos para cada grupo es que confirma la hipótesis contrastada en la cual hay diferencias entre los tres grupos y que cada grupo demuestra gráficamente que no hay datos dispersos, es decir que el diagrama de cajas y la dispersión de datos es que presentan menor variabilidad, puesto que los datos se encuentran muy cercanos entre ellos y así también el diagrama de cajas se encuentra muy achatado, lo cual confirma el valor obtenido por el coeficiente de variación y demostrando así que los datos están concentrados casi cerca al promedio para los cuatro grupos.

Figura 10. Comparación de promedios para los tres niveles como son los porcentajes de ácido bórico.



Fuente: software estadístico.

La tabla muestra la comparación de promedios entre los cuatro grupos, así según la gráfica muestra que para el grupo cero con promedio de 0.12 y para el grupo uno, que tiene un promedio de 0.213 lo cual representa un intermedio entre los grupos dos y tres, en tanto que para el grupo dos muestra un promedio de 0.078 cuyo valor promedio es el menor respecto a los grupos cero y uno y tres, así también que para el grupo tres cuyo promedio es el más alto y cuyo valor es de 0.322, demostrando así que dicho grupo representa el más alto.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El estudio que se realizó con las 4 muestras con concentraciones de ácido bórico 10, 20, 30 gr respectivamente más una muestra patrón, el ahorro más significativo hallado en la investigación es el de la mezcla de 20 gr de ácido bórico. Además, se encontró que son más ahorradores que los materiales de loza vitrificada actualmente en uso.

5.1. Tipos de muestras para ensayos de absorción

- Loza de sanitario.
- Loza de sanitario con engobe protector.

5.2. Proyecciones importantes de ahorro de agua

Si se ahorran 0.042 gr de agua en una superficie de 8.4 cm^2 (4.84 cm^2).

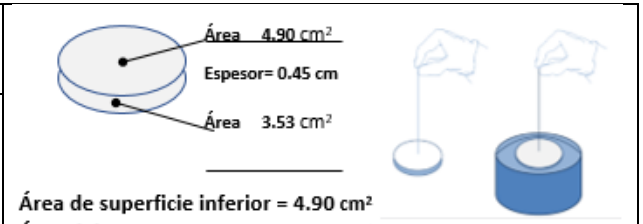
Si un inodoro convencional tiene una superficie de 2034.72 cm^2, entonces utilizando el engobe con una concentración de 20 gr de ácido bórico tendríamos como resultado:

$$x=(0.042gr \times 2034.72gr)/4.84gr=17.65\ gr$$

Para asear un inodoro entonces se requerirá:

5000gr – 17.65 gr = 4982.35 gr de agua por cada descarga.

Tabla 10. Estimación del ahorro de recurso hídrico a partir del empleo del nuevo material "Engobe Borosilicatado" como recubrimiento sustituto de la loza vitrificada en mobiliario Sanitario.

	Superficie en inmersión bajo agua: **A**	Peso antes de la inmersión bajo agua: **B**	Peso despues de la inmersión bajo agua: **C**	**C-B**	Ahorro de agua: **D**	
Engobe borosilicatado mejorado	8.40 cm²	22.50 gr	22.550 gr	0.050 gr	0.042 gr	
Loza vitrificada sanitaria	8.40 cm²	22.50 gr	22.592. gr	0.050 gr		

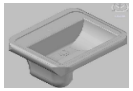
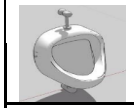
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla XI. Ventajas del ahorro del recurso agua al utilizar "engobe BOROSILICATADO mejorado", estimando los volúmenes de agua a recuperar aplicado como recubrimiento en mobiliario sanitario.

Mobiliario que utiliza agua para arrastre de residuos uro-fecales y otros		Mobiliario que almacena agua como reserva para conservarla por un tiempo determinado		Obras de infraestructura que demandan agua para hacer mantenimiento
GRUPO A	**GRUPO B**	**GRUPO C**	**GRUPO D**	**GRUPO E**
Características: Superficie en Contacto con el agua durante un Tiempo de 5 a 10 segundos **"continuos"** Aquí se consideran todos aquellos dispositivos, equipos, utensilios de uso sanitario para realizar la higiene personal que están en contacto con agua entre 5-10 segundos **Ejemplos**: Inodoros, Lava manos y Urinarios.	**Características**: Superficie en Contacto con el agua durante un Tiempo de 10 minutos **"continuos"** Aquí se consideran todos aquellos dispositivos, que demandan una descarga de agua mayor a la referida en el Grupo A. **Ejemplos**: Lava platos, fregadores de lava ropa, Duchas y/o Lava pies.	**Características**: Superficie en Contacto con el agua durante un Tiempo de 24 horas **"continuos"** Aquí se consideran todos aquellos dispositivos, equipos, utensilios que estan en contacto con agua de 24 horas a más. **Ejemplos**: Tanque de sisterna, Thermas.	**Características**: Superficie en Contacto con el agua durante un Tiempo de 7 días **"continuos"** Aquí se consideran todos aquellos dispositivos que se utilizan en laboratorios como, otros procedimientos de uso industrial y en la actividad minera. **Ejemplos**: pozos de lavado industrial, etc.	**Características**: Superficie en Contacto con el agua durante un Tiempo de 48 horas discontinuas **"continuos"** Aquí se consideran equipamiento o instalaciones especiales como vias o carreteras para el traslado vehicular **Ejemplos**: compemsadores de riego en vias, mangueras domiciliarias.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12. Los mobiliarios a analizar en la presente investigación serán del grupo A y B, tal como lo muestra la tabla.

GRUPO A						
	Volumen de agua requerido en cada momento de uso para escorrentía de residuos		**Volumen de agua ahorrado**	**Numero de usos diarios en familia de 1 personas "promedio"**	**Volumen de agua ahorrado diariamente**	**Volumen total ahorrado diariamente**
	Con material convencional "1"	**Con engobe protector "2"**	**"1-2"**	**"3"**	**"3" x ("1"-"2")**	
 **Inodoros**	13 litros durante 5 segundos que es dl tiempo de descarga de agua "O" 2.6 litro en un segundo	12.948 litros por cada 5 segundos O 2.589 litros por segundo	0.052 litros por cada uso	4	0.208 litros	**0.217 litros**
 **Lavamanos**	2.3 litros cada 5 segundos O ½ litro en un segundo	2.29 litros por cada 5 segundos	0.01 litros por cada uso	5	0.05 litros	
 **Urinarios**	2.0 litros cada 5 segundos O 1/3 litros en un segundo	1.90 litros por cada 5 segundos	0.008 litros por cada uso	5	0.04 litros	
GRUPO B						
 **Duchas**	200 litros cada 10 minutos O 20 litros en un minuto	188 litros por cada 10 minutos	12 litros por cada uso	1	12 litros	**12 litros**

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Aplicación de la metodología de este sistema en mina Antamina que es una mina superficial, el experimento teórico se realizará en la mina Antamina

La mina está ubicada en el distrito de San Marcos, provincia de Huari en la Región Ancash, a 200 km. de la ciudad de Huaraz y a una altitud promedio de 4,300 msnm.

5.3.1. Cantidad total de personal que trabaja en la mina Antamina

La mina Antamina cuenta con 2,825 colaboradores directos (811 empleados y 2,014 operarios).

5.3.2. Cantidad de agua usada al año para las operaciones mineras y usos domesticos

Durante el año 2014, Antamina usó 20.25 millones de metros cúbicos de agua superficial sobre un total autorizado de 31 millones de metros cúbicos conforme a nuestra Autorización de Uso de Agua Superficial RD 848-2013 ANA-AAA. Cabe indicar que nuestra compañía no extrae agua desde cuerpos de agua tales como lagunas o ríos, sino que colecta la lluvia mediante diques. De esta forma, Antamina no compite con otros usuarios de agua.

El 2% de este consumo es explicado por uso doméstico (campamentos y oficinas), mientras que el 98% restante es explicado por uso de agua dentro del proceso productivo Finalmente, cabe mencionar que Antamina devuelve un alto porcentaje del agua a través de sus descargas al ambiente en cumplimiento con los límites máximos permisibles (LMP) vigentes. propiamente dicho (por ejemplo, bombeo de agua superficial desde Quebrada Antamina a Quebrada Yanacancha, supresión de polvo, transporte de concentrado a través

del mineroducto hacia Puerto Punta Lobitos, preparación de reactivos, refrigeración de equipos, etc.). Esto incluye la evaporación de agua desde la presa de relaves, agua retenida en los relaves e infiltración en el subsuelo dentro de la propiedad.

5.3.3. Determinación de ahorro de recurso hídrico con revestimiento de engobe borosilicatado utilizado tanto en inodoros convencionales, lavamanos, urinarios y duchas.

En la mina ANTAMINA trabajan 2656 hombres, entonces en la tabla 13, se explica la cantidad de agua ahorrada por dia de estos 2656 hombres que trabajan al dia.

Tabla 13. Ahorro de agua por día en la empresa ANTAMINA de personal hombre.

HOMBRES					
Volumen de agua que requiere por cada uso con material convencional	Volumen de agua que se requiere con engobe protector	Volumen de agua ahorrado	Numero de usos diarios en un toral de 2656 personas promedio	Volumen de agua ahorrado diariamente	Volumen total ahorrado diariamente
INODOROS					
13 litros cada 5 segundos o 2,6 litro en 1 segundo	12.948 litros por cada 5 segundos o 0.052 litros por segundo	0.052 litros por cada uso	5312	276.224	32,413.82 litros
LAVAMANOS					
2.30 litros cada 5 segundos O 0.44 litros en 1 segundo	2.29 litros por cada 5 segundos	0.01 litros por cada uso	13280	132.8	
URINARIO					
1.5 litros cada 5 segundos O 0.3 litros en 1 segundo	1.49 litros por cada 5 segundos	0.01 litros por cada uso	13280	132.8	
DUCHA					
200 litros cada 10 minutos O 20 Litros en un minuto	188 litros por cada uso	12 litros por uso	2656	31,872	

Fuente: Elaboración propia.

- **INODORO**:

$$TI = 2656 * 2 = 5312\ usos$$

Donde:

TI: total de usos del INODORO al día.

2656: cantidad de trabajadores hombres.

2: total de uso del INODORO por persona al día.

$$VAI = TI * 0.02 = 5312 * 0.052 = 276.224\ litros$$

Donde:

VAI: volumen de agua ahorrado al día del INODORO.

TI: total de usos del INODORO al día.

0.052: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **LAVA MANOS**:

$$TLM = 2656 * 5 = 13280\ usos$$

Donde:

TLM: total de usos del LAVA MANOS al día.

2656: cantidad de trabajadores hombres.

5: total de uso del LAVA MANOS por persona al día.

$$VLM = TLM * 0.01 = 13280 * 0.01 = 132.8\ litros$$

Donde:

VLM: volumen de agua ahorrado al día del LAVA MANOS.

TLM: total de usos del LAVA MANOS al día.

0.01: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **URINARIO**:

$$TU = 2656 * 5 = 13280\, usos$$

Donde:

TU: total de usos del URINARIO al día.

2656: cantidad de trabajadores hombres.

5: total de uso del URINARIO por persona al día.

$$VU = TU * 0.01 = 13280 * 0.01 = 132.8\, litros$$

Donde:

VU: volumen de agua ahorrado al día del URINARIO.

TU: total de usos del URINARIO al día.

0.01: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **DUCHA**:

$$TD = 2656 * 1 = 2656\, usos$$

Donde:

TD: total de usos de la DUCHA al día.

2656: cantidad de trabajadores hombres.

1: total de uso del DUCHA por persona al día.

$$VD = TD * 12 = 2656 * 12 = 31{,}872\ litros$$

Donde:

VD: volumen de agua ahorrado al día de la DUCHA.

TD: total de usos del DUCHA al día.

12: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **AHORRO DE AGUA POR DIA DEL PERSONAL VARON EN LA MANIA ANTAMINA**:

$$ADH = VAI + VLM + VU + VD$$

$$ADH = 276.224 + 132.8 + 132.8 + 31{,}872 = 32{,}413.824\ litros$$

Donde:

ADH: volumen de total de agua ahorrado por los hombres.

VAI: volumen de agua ahorrado al día del INODORO en litros.

VLM: volumen de agua ahorrado al día del LAVA MANOS en litros.

VU: volumen de agua ahorrado al día del URINARIO en litros.

VD: volumen de agua ahorrado al día de la DUCHA en litros.

En la mina ANTAMINA trabajan 169 mujeres, entonces en el cuadro XV, se explica la cantidad de agua ahorrada por dia de estas 169 mujeres que trabajan al dia.

Tabla 14. Ahorro de agua por día en la empresa ANTAMINA de personal Femenino.

MUJERES					
Volumen de agua que requiere por cada uso con material convencional	Volumen de agua que se requiere con engobe protector	Volumen de agua ahorrado	Numero de usos diarios en un toral de 169 personas promedio	Volumen de agua ahorrado diariamente	Volumen total ahorrado diariamente
INODOROS					
13 litros cada 5 segundos o 2,6 litro en 1 segundo	12.948 litros por cada 5 segundos o 0.052 litros por segundo	0.052 litros por cada uso	1183	61.516	2,097.966 litros
LAVAMANOS					
2.30 litros cada 5 segundos O 0.44 litros en 1 segundo	2.29 litros por cada 5 segundos	0.01 litros por cada uso	845	8.45	
DUCHA					
200 litros cada 10 minutos O 20 Litros en un minuto	188 litros por cada uso	12 litros por uso	169	2028	

Fuente: Elaboración propia.

- **INODORO**:

$$TI = 169 * 7 = 1183\, usos$$

Donde:

TI: total de usos del INODORO al día.

169: cantidad de trabajadores mujeres.

7: total de uso del INODORO por persona al día.

$$VAI = TI * 0.052 = 1183 * 0.052 = 61.516\ litros$$

Donde:

VAI: volumen de agua ahorrado al día del INODORO.

TI: total de usos del INODORO al día.

0.052: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **LAVA MANOS**:

$$TLM = 169 * 5 = 845\ usos$$

Donde:

TLM: total de usos del LAVA MANOS al día.

169: cantidad de trabajadores hombres.

5: total de uso del LAVA MANOS por persona al día.

$$VLM = TLM * 0.01 = 845 * 0.01 = 8.45\ litros$$

Donde:

VLM: volumen de agua ahorrado al día del LAVA MANOS.

TLM: total de usos del LAVA MANOS al día.

0.01: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **DUCHA**:

$$TD = 169 * 1 = 169\ usos$$

Donde:

TD: total de usos de la DUCHA al día.

169: cantidad de trabajadores hombres.

1: total de uso del DUCHA por persona al día.

$$VD = TD * 12 = 169 * 12 = 2{,}028\ litros$$

Donde:

VD: volumen de agua ahorrado al día de la DUCHA.

TD: total de usos del DUCHA al día.

12: volumen de agua ahorrado con el engobe en litros.

- **AHORRO DE AGUA POR DIA DEL PERSONAL FEMENINO**:

$$ADM = VAI + VLM + VU + VD$$

$$ADM = 61.516 + 8.45 + 2{,}028 = 2{,}097.966\ litros$$

Donde:

ADM: volumen de total de agua ahorrado por las mujeres.

VAI: volumen de agua ahorrado al día del INODORO en litros.

VLM: volumen de agua ahorrado al día del LAVA MANOS en litros.

VD: volumen de agua ahorrado al día de la DUCHA en litros.

Una vez calculado el agua ahorrada por hombres y mujeres que trabajan en la mina ANTAMINA se determina que el total de agua ahorrado por dia es el siguiente:

$$VTA = ADH + ADM$$

$$VTA = 32{,}413.824 + 2{,}097.966 = 34{,}511.79\ litros$$

Donde:

VTA: volumen total de agua ahorrado por hombres y mujeres al día.

ADH: volumen de total de agua ahorrado por los hombres.

ADM: volumen de total de agua ahorrado por las mujeres.

Entonces el ahorro de agua anual es la siguiente:

Tabla 15. Volumen de agua ahorrado al año por hombres y mujeres

volumen agua ahorrado por dia en litros	volumen agua ahorrado por año en litros	total de metros cúbicos ahorrados al año
34,511.79	12,596,803.35	12,596.80

Fuente: Elaboración propia.

- **VOLUMEN DE AGUA AHORRADO POR AÑO METROS CUBICOS**:

$$VAAA = VTA * 365$$

$$VAAA = 34{,}511.79 * 365 = 12{,}596{,}803.35\ litros$$

$$VAAA = \frac{12{,}596{,}803.35\ litros}{1{,}000\ litros} = 12{,}596.80\ metros\ cubicos$$

Donde:

VAAA: volumen de agua ahorrado por año en metros cúbicos.

VTA: volumen total de agua ahorrado por hombres y mujeres al día.

365: total de días de 1 año.

1000: equivale 1 metro cubico de agua

5.3.4. Cálculo de cisternas que pueden ser utilizadas con el ahorro anual del recurso hídrico utilizado en el saneamiento básico con revestimiento del engobe.

Si para el mantenimiento de vías de accesos a los campamentos mineros, rampas en tajo, etc. Se utiliza para el riego cisternas con capacidad de 8,000 galones el cual sirve para el mantenimiento de 1km de carretera.

Utilizando este dato se considera:

Tabla 16. Calculo de cisternas que se pueden ahorrar al año utilizando el ahorro del recurso hídrico.

volumen agua ahorrado por año en litros	volumen agua ahorrado por año en galones (3.8 litros)	total de cisternas de 8000 galones que se ahorran al año	total de cisternas que se ahorra por mes
12,596,683.35	3,314,498.25	414	34.53

Fuente: Elaboración propia.

- **Calculo de cisternas que se pueden ahorrar al año utilizando el ahorro del recurso hídrico**:

$$TC = \frac{VAAA}{3.8} = \frac{12{,}596{,}683.35}{3.8} = 3{,}314{,}498.25\ galones$$

$$TC = \frac{3{,}314{,}498.25\ galones}{8{,}000\ galones} = 414\ cisternas$$

Donde:

TC: total de cisternas ahorradas al año.

VAAA: volumen de agua ahorrado por año en metros cúbicos.

3.8: 1 galon equivale 3.8 litros.

8,000: equivale 1 cisterna de agua.

Aproximadamente el cálculo de cisternas que se puede ahorrar al año es de 414, esto implica que al mes se ahorra 34 cisternas aproximadamente y estas cisternas pueden hacer el manteamiento de pistas a 34 kilómetros aproximadamente.

5.3.5. calculo del agua ahorrada al año para poder ser utilizado en los dos molinos SAG de la planta concentradora de mina Antamina.

Si bien es cierto que la planta concentradora de la mina Antamina utiliza para la molienda de mineral 2 molinos SAG, estos están en funcionamiento las 24 horas del día los 360 días del año, hay 5 días al año que, para su funcionamiento para su respectivo mantenimiento, a razón de estos datos se obtuvo lo siguiente:

Tabla 17. Utilización de agua de los 2 molinos SAG al año.

MOLINOS	Uso de agua m^3/h	Uso de agua al día m^3	Uso de agua fresca m^3/h	Uso de agua fresca al día m^3
Molino SAG 1	850	20,400	279.16	3,350
Molino SAG 2	850	20,400	279.16	3,350
TOTAL	**1,700**	**40,800**	**558.32**	**6,700**

Fuente: Elaboración propia.

Si el ahorro del recurso hídrico utilizado en saneamiento básico con revestimiento del engobe es de 12,596.80 m^3, entonces este ahorro podría beneficiar a los molinos en:

$$total\ de\ dias = \frac{12{,}596.80}{6{,}700} = \ 1.9\ días$$

El ahorro de 12,596.80 m^3 utilizado en los molinos SAG de la planta concentradora, se puede utilizar para 1.9 dias, con respecto a la utilización de agua fresca para la molienda.

VI. CONCLUSIONES

Se demostró que las hipótesis planteadas en el inicio del presente trabajo de investigación, pues el recubrimiento esmaltado utilizado en el mobiliario sanitario representa ventajas técnicas tanto cualitativas y cuantitativas, se obtuvo buenos resultados de ahorro de recurso hídrico tanto en Inodoros, lavamanos, urinario y duchas que son utilizados a diario en los campamentos mineros.

Se cumplieron los objetivos planteados, pues el resultado de la presente evaluación, permitió reconocer que esta nueva tecnología del engobe borosilicatado demostró su ahorro eficiente del recurso hídrico utilizado como revestimiento en mobiliario de saneamiento básico.

El ensayo de absorción de agua que se obtuvo al momento de realizar el ensayo es de 0.042 gr en una superficie de 8.42cm^2, y cabe resaltar que este ahorro alto se obtuvo con el engobe elaborado con 20 gr de ácido bórico.

El ácido bórico que se utiliza en esta investigación proviene de los lodos contaminados por pesticidas utilizados en la agronomía para de mitigación de plagas, esto implica que esta investigación tiene doble objetivo que es ahorrar recurso hídrico en MINA utilizando ácido bórico obtenido en el sector agrónomo y reduciendo la contaminación en áreas agrícolas.

El cálculo de ahorro de agua anual entre hombre y mujeres que trabajan en la empresa ANTAMINA es de 12,559,719.35 litros, con respecto a este

ahorro de agua se determina que se puede hacer mantenimiento vial tanto en vías de acceso a campamento y tajo de minas alrededor de 413 kilómetros.

También el ahorro de agua anual entre hombres y mujeres que trabajan en la empresa ANTAMINA es de 12,559,719.35 litros, con respecto a este ahorro de agua se determina que se puede utilizar en la molienda de mineral y se puede ahorrar en 1,9 días de alimentación de agua fresca en los dos molinos SAG que cuenta la mina.

VII. RECOMENDACIONES

Las compañías mineras que están en proyecto deberían tomar esta investigación y poder implementar saneamientos básicos mejorados para que no se desperdicie el recurso hídrico en exceso y que generen mínimas cantidades de aguas servidas.

Estos engobes mejorados a base de ácido bórico, también se puede utilizar en distintos recipientes que utilicen agua o almacenen agua como, posas de agua, lava platos, también pude ser utilizado en tanques de almacenamiento de ácidos o como revestimiento de tuberías por donde puede ser conducido los ácidos que son utilizados para la obtención del mineral porque los engobes contienen vidrio borosilicatado y sabe que el almacenamiento de ácidos se hacen en recipientes de vidrio por su alto contenido a la no corrosión por estos, esta aun en investigación para estos usos.

El ácido bórico que se utiliza para esta investigación es obtenido Del barro residual y se puede obtener 2 subproductos totalmente reutilizables.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dr Oswald Eppers. (2014). Buenas Prácticas de Gestión Ambiental para la pequeña minería y minería artesanal", (August), 46. https://doi.org/10.13140/2.1.2459.9684

Fritis Valencia, V. (2012). *El Agua en la Minería del norte de Chile*. Universidad Alberto Hurtado.

García Ubaque, C., Vaca Bohórquez, M., & García Ubaque, J. (2014). Sanitario seco: una alternativa para el saneamiento básico en zonas rurales, *16*(4), 629–638.

Montes, A. K. (2009). Análisis de la contribución de los Sanitarios secos al Saneamiento Básico Rural. Pontifica Universidad Javeriana.

Públicas/Chile, D. de E. y P. (2018). Consumo de agua en la minería del cobre al 2017.

Quintero Suaréz, A. M., & Rodríguez Cabeza, E. U. (2007). *Sanitario seco para el proyecto del "Pueblito Acuarela" diseño y construccion del sistema*. Universidad Industrial de Santander.

Rina, D., & Saldivar, A. (2009). Sanitarios Ecológicos Secos como elemento de regularización de asentamientos humanos.

Robles Mendoza, R. (2015). Lucha por el agua en las explotaciones mineras, *2*, 139–168.

SONAMI. (2015). Informe consumo de agua en Minería 2015.

Vásquez Samaniego, C. J. (2012). "Modelo de Gestión y Logística para los baños secos de X-Runner - Servicio de Recolección, limpieza y compostaje." Universidad Nacional Agraria la Molina.

Zita Lagos, M. E., Figueroa García, E. C., & Narváez Hernández, L. E. (2017). Impacto de los atributos determinantes de un sanitario seco urbano en la aceptacion del consumidor, 9.

.

(SHCHEPOCHKINA, 2007), Spacenet Patente, Rusia, https://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?DB=EPODOC&II=0&ND=3&adjacent=true&locale=en_EP&FT=D&date=20071127&CC=RU&NR=2311399C1&KC=C1#

(Compañía minera Antamina, 2017), Reporte de Sostenibilidad, Perú, http://www.antamina.com/wp-content/uploads/2018/10/reporte-de-sostenibilidad-2017.pdf

(Compañía minera Antamina, 2015), Reporte de Sostenibilidad, Perú, http://www.antamina.com/wp-content/uploads/2017/01/reporte_sostenibilidad_2015.pdf

(Compañía minera Antamina, 2014), Reporte de Sostenibilidad, Perú, http://www.antamina.com/wp-content/uploads/2015/09/reporte_sostenibilidad_2014.pdf

(Compañía minera Antamina, 2018), Reporte de Sostenibilidad, Perú, https://www.antamina.com/wp-content/uploads/2019/09/reporte-sostenibilidad-antamina-2018.pdf

IX. ANEXOS

ANEXO 1

IMÁGENES DE LA PREPARACION DE MUESTRAS

Figura 11. Chancadora de mandíbulas BB-50, utilizado para preparación de muestras reducirlas a un tamaño de 0.01cm.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Molino de Bolas BM-100, utilizado para preparación de muestras, moler muestras hasta obtener el pasante de la malla 200.



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Muestra de vidrio borosilicatado pasándolo por la chancadora de mandíbula para reducir su tamaño a 0.01cm de tamaño.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Muestra de vidrio borosilicatado después de pasarlo por la chancadora de mandíbula.



Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Muestra de vidrio borosilicatado listo para meterlo al molino de bolas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Muestra de vidrio borosilicatado pesando antes de meterlo al molino de bolas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Muestra de vidrio borosilicatado poniéndolo en el molino de bolas por 40 minutos a 350RPM, para obtener muestra pasante de la malla 200.



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Muestra de vidrio borosilicatado luego de estas por 40 min en el molino de bolas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Muestra de cuarzo listo para meterlo al molino de bolas para obtener muestra pasante de la malla 200.



Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Muestra de cuarzo vertiéndolo al molde para pesarlo y mandarlo al molino de bolas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Muestra de cuarzo pesándolo para luego mandarlo al molino de bolas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Muestra de cuarzo después de haber estado en el molino de bolas durante 40 min a 350 RPM.



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Moliendo caolín en el mortero para luego pasarlo por la malla 200.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Marmolina en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Marmolina en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Cuarzo en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Vidrio borosilicatado en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Ácido Bórico en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Bórax en la malla 200 para obtener el pasante que se utiliza en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Mallas y mortero utilizado para obtener las muestras de Ácido Bórico, Bórax, Caolín, Vidrio borosilicatado, Cuarzo, utilizado en la elaboración del engobe.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2

IMÁGENES EN LA ELABORACION DE LOS ENGOBES

Figura 31. Pesado de las muestras para preparar los engobes según proporciones de 30 gr. de ácido bórico.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32. Inclusión de pigmento amarillo a la preparación del engobe.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33. Inclusión de pigmento amarillo a la preparación del engobe.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34. Homogenizando los elementos del engobe.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35. Vertiendo los elementos del engobe en un vaso precipitado para luego agregarle agua y formar una sustancia homogénea.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36. Homogenizando la muestra del engobe.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 37. Vertiendo la mezcla del engobe en la base del soplete.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 38. Cerrando el soplete con el engobe en su interior para luego sopletear en las muestras.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39. Colocando la manguera de aire al soplete.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40. Sopleteando el engobe en muestras de arcilla para luego llevarlos a la mufla.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41. Sopleteando el engobe en muestras de arcilla para luego llevarlos a la mufla.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 42. Llevando las muestras con el engobe a la mufla a una temperatura de 700 °C.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 43. Muestras para recubrir con el engobe para las proporciones de ácido bórico de 10, 20 y 30 gr.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3

PREPARACION DE MUESTRAS

Figura 44. Muestras cubiertas con el engobe con proporciones de ácido bórico de 10, 20 y 30 gr. antes de llevarlos a la mufla.



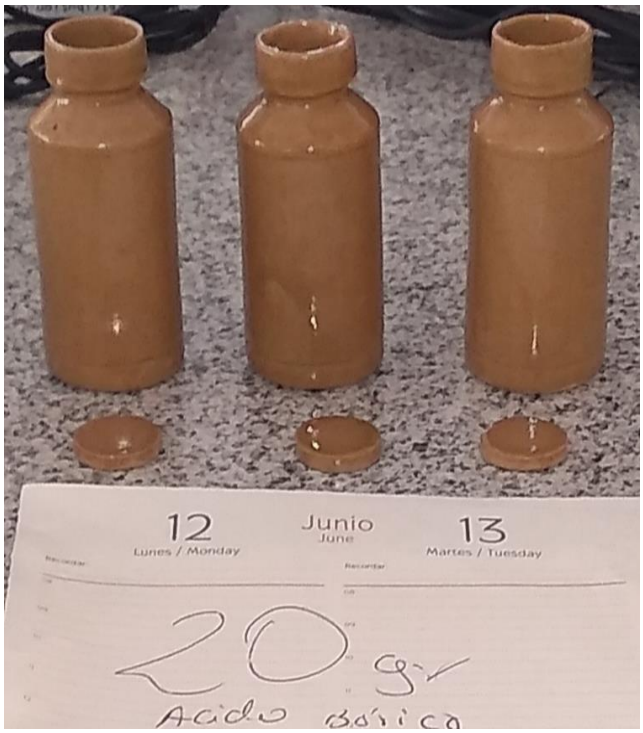
Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Muestras del engobe con proporción de 10 gr de ácido bórico luego de haber permanecido en la mufla por 4 horas a una temperatura de 700°C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Muestras del engobe con proporción de 20 gr de ácido bórico luego de haber permanecido en la mufla por 4 horas a una temperatura de 700°C.



Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Muestras del engobe con proporción de 30 gr de ácido bórico luego de haber permanecido en la mufla por 4 horas a una temperatura de 700°C.



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 4

Ensayo de absorcion de agua en loza vitrificada

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias

FACULTAD DE INGENIERÍA CIV
LABORATORIO DE CONCRETO Y EM
Teléfono N° 299992

ENSAYO: ABSORCION DE AGUA

SOLICITA	**DRA. BERTHA SILVANA VERA BARRIOS**
OBRA	PROYECTO: ARCILLAS BOROSILICATADAS PARA INODOROS SECOS: ENGOBES ECOLOGICOS
LOCALIZACION	MOQUEGUA
MATERIAL	**LOZA VITRIFICADA DE APATATOS SANITARIOS DE 8 x4 x 7.7 cm.**
NORMA	NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
	NTP 399.613
EXPEDIENTE	129-2
FECHA	AREQUIPA, 2019 JUNIO 24.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SAT. SUP. SECO (24h) (g)	ABSORCION (%)
MUESTRA 01	21/06/19	53.4	53.5	**0.19**
MUESTRA 02	21/06/19	54.2	54.3	**0.18**
MUESTRA 03	21/06/19	52.7	52.8	**0.19**
MUESTRA 04	21/06/19	61.6	61.7	**0.16**
MUESTRA 05	21/06/19	55.8	55.9	**0.18**

PROMEDIO ABSORCION	**0.18 %**

NOTA
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Ing. Lucio Gamero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 48873

Ensayo de absorcion de agua en vidrios borosilicatados (engobe)

NIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN
DE AREQUIPA
Av. Independencia s/n - Area Ingenierias

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVI
LABORATORIO DE CONCRETO Y EMC
Teléfono N° 299992

ENSAYO: ABSORCION DE AGUA

SOLICITA	**DRA. BERTHA SILVANA VERA BARRIOS**
OBRA	PROYECTO: ARCILLAS BOROSILICATADAS PARA INODOROS SECOS: ENGOBES ECOLOGICOS
LOCALIZACION	MOQUEGUA
MATERIAL	**VIDRIO ARCILLOSO BOROSILICATADO DE 8 x4 x 7.7 cm.**
NORMA	NORMA TECNICA E.070 ALBAÑILERIA - 2006
	NTP 399.613
EXPEDIENTE	129-
FECHA	AREQUIPA, 2019 JUNIO 24.

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	PESO SECO (g)	PESO SAT. SUP. SECO (24h) (g)	ABSORCION (%)
MUESTRA 01	21/06/19	62.9	62.9	**0.00**
MUESTRA 02	21/06/19	62.0	62.0	**0.00**
MUESTRA 03	21/06/19	64.1	64.1	**0.00**
MUESTRA 04	21/06/19	62.5	62.5	**0.00**
MUESTRA 05	21/06/19	62.0	62.0	**0.00**

PROMEDIO ABSORCION	**0.00 %**

NOTA
- Las muestras fueron colocadas en el Laboratorio por el solicitante.

LABORATORIO DE CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Facultad de Ingeniería Civil
Ing. Lucio Gamero Huarcaya
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 45873

ANEXO 4

MATRIZ DE CONSISTENCIA

	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología
General	¿Existen ventajas técnicas al aplicar los sistemas de saneamiento básico mejorados que incluyen residuos boratados, como tecnología que produce recubrimientos sanitarios de baja absorción obtenidos de residuos boratados, para luego aprovechar la porción de agua que se ahorre de la baja absorción como insumo para realizar labores de mantenimiento en vías de acceso al interior del campamento minero?	Hacer un estudio que determine cuáles son las ventajas técnicas, desde un punto de vista cuantitativo y cualitativo, que tiene al aplicar sistemas de saneamiento básico inspirados en una nueva tecnología que produce recubrimientos sanitarios de baja absorción, obtenidos de residuos boratados aplicados a mobiliario sanitario para permitir reducir el consumo de agua, que se emplea al limpiar este mobiliario, y esa diferencia o ahorro utilizarla, aplicarla a las labores de mantenimiento en vías de acceso al interior del campamento minero así como de otros usos de tipo sanitario.	Los sistemas de saneamiento básico inspirados en una nueva tecnología que puede producir recubrimientos esmaltados de bajo índice de absorción obtenidos de residuos boratados para mobiliario sanitario, representa ventajas técnicas tanto cualitativas como cuantitativas, porque permitirá reducir el consumo de agua empleados en el aseo o higiene sanitaria y esa diferencia o ahorro, utilizarla o aplicarla en labores de mantenimiento de vías de acceso en campamentos mineros, vías de acceso en tajo de mina.	**Variable independiente** Los sistemas de saneamiento básico, que incluyen un producto denominado “engobe mejorado” obtenido de residuos boratados como el ácido bórico, permiten un ahorro del recurso hídrico gracias a la superficie altamente deslizante y pulida que presenta, lo cual absorbe mínima cantidad de agua en relación a la loza sanitaria tradicional, el engobe mejorado es un esmalte vítreo que sirve de recubrimiento sanitario antideslizante. **Variable dependiente** • Mantenimiento de infraestructura civil en campamento minero. • Mantenimiento de instalaciones para operaciones mineras, como mobiliario sanitario. • Cantidad de agua que utilizara saneamiento básico mejorado con esmalte mejorado.	**Tipo de investigación** Tipo de la investigación según la finalidad: experimental. **Método de investigación** Diseño de investigación según el método de manipulación de datos: cualitativo y cuantitativo. **Diseño de investigación** De acuerdo a su naturaleza.
Específicos	1. ¿Es inadecuado y al mismo tiempo significa un desperdicio el uso del recurso hídrico proveniente del nivel freático para destinarse al mantenimiento de las vías al interior de los campamentos mineros? 2. ¿Los procesos de chancado y molienda producen emisiones de material particulado altamente contaminantes a la salud publica al interior del campamento minero?	1. Determinar el volumen de agua que se optimizaría para hacer el mantenimiento de vías al interior de operaciones mineras 2. Determinar el volumen de recurso hídrico necesario para atenuar la emisión de polvos provenientes de los procesos de chancado y molienda de mineral dentro de las operaciones mineras, al interior de la planta concentradora..	1. El recurso hídrico ahorrado se podrá emplear en el mantenimiento de vías de acceso y como recubrimiento de mobiliario sanitario. 2. El recurso hídrico ahorrado se destinará para distintas operaciones mineras como: plantas concentradoras, etc.		

Fuente: Elaboración propia