

IDENTIFICACION DEL TEMA I

IDENTIFICACION DEL TEMA

TEMÁTICA.- aplicación de revoques de tierra (suelo) y autoconstrucción

TÍTULO DE TEMA.- “Revoque Interior de Tierra en Viviendas para la Ciudad de Tarija”

SITIO DE INTERVENCIÓN DEL ESTUDIO.- cercado-Tarija, (revoqué interior de tierra en viviendas)

CAMPO DE CONOCIMIENTO A INTERVENIR.- alternativas de revoques con tierra (suelo) en construcciones de viviendas y sistema de autoconstrucción

LUGAR DE TRABAJO.- laboratorio privado (Labtop Consultora y Construcciones) y lugares de sitios de intervención en la ciudad de Tarija para la recolección de muestra

1.1.Tema

“Revoque interior de tierra en viviendas para la ciudad de Tarija”

1.2.Situación del problema

1.2.1. Planteamiento del problema

Cuando hablamos del acceso a una vivienda es tocar un tema vital trascendencia que tiene como requisito para elevar el nivel de calidad de vida de los individuos, las familias y la sociedad pero al mismo tiempo es una inversión que la mayoría de la sociedad no cuenta. según el INE en el municipio de Tarija cuenta con más del el 71,5% de los hogares que presenta insuficientes espacios en la vivienda, y en un 30,4% de los hogares se presentan inadecuados materiales de construcción uno de los problemas más frecuentes es la falta de revoque interiores esto se debe al incremento de los precios de los materiales convencionales como también el precio de la mano de obra calificada que por estas razones las personas deciden en no terminar de construir y vivir en esas condiciones donde están expuestos a distintas enfermedades que trae consigo un muro sin revocar un revoque interior juega un papel importante para la calidad de vida del usuario que desempeña diferentes funciones: de protectora y estética prolongando la vida útil del mismo

En el presente trabajo de investigación trata de incorporar la tierra dentro de la temática en revoques interiores ecológicos y saludables en viviendas como también brindarle al usuario una mejor calidad de vida y pueda concluir su

vivienda enfocado a la recuperación de materiales que se están perdiendo(tierra)y tecnologías tradicionales propias de nuestra identidad cultural tarijeña

1.2.2. Fundamentación

En la actualidad el municipio de Tarija según el INE cuenta con más 70,5% se presenta insuficientes espacio en viviendas y en un 30,4 % de los hogares se presentan inadecuados materiales de construcción uno de los problemas más frecuentes es la falta de revoque interiores y el estado de conservación de las viviendas unas de las problemáticas más frecuentes en las viviendas es la falta de revoques interiores que juega un papel importante para la calidad de vida del usuario que desempeña diferentes funciones: de defensa hacia muro Contra cambios bruscos en el clima e impactos ambientales como también prolonga la vida útil del mismo, alto aspecto estético, otorga colores atractivos y brinda confort térmico y otros tipos de decorados como también en la salud y bienestar del usuario en la erradicación de insectos y plagas que habitan en las fisuras de los muros y brinda mayor confort al usuario

Debido al crecimiento económico de los materiales convencionales en la construcción en viviendas y la mano de obra calificada son de costos elevados más que todo en la aplicación de la obra fina de revoques de yeso que la mayoría no les alcanza y por esas razones no terminan de concluir sus viviendas y deciden vivir en esas condiciones sin un revoque interior donde

están expuestas a distintas enfermedades esto debido a los problemas que causan al no contar con un revoque interior

Por estas razones Es necesario rescatar materiales que se encuentran disponibles en cualquier lugar (tierra) que se pueden utilizar en la construcción una de viviendas que sea económico y brindarles mejor calidad de vida a precios accesibles

Los revoques interiores, éstos juegan un papel muy importante dentro de las construcciones de tierra, el cual contiene un conjunto de valores culturales y constituyen la identidad de una comunidad que a su vez brinda distintos beneficios por sus propiedades su fácil aplicación para la autoconstrucción

En el presente trabajo de investigación trata de incorporar la tierra dentro de la temática en revoques interiores ecológicos y saludables en viviendas como también brindarle al usuario una mejor calidad de vida y pueda concluir su vivienda enfocado a la recuperación de materiales que se están perdiendo(tierra)y tecnologías tradicionales propias de nuestra identidad cultural tarijeña

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general

“implementar revoques interiores de tierra en viviendas para la ciudad de Tarija con el fin que puedan garantizar una protección adecuada que beneficie la salud y economía de los usuarios”

1.3.2. Objetivos específicos

- Seleccionar e investigar la información bibliográfica sobre revoques interiores de tierra
- Selección y recolección de muestras in situ(sitio)
- Análisis e identificación de las características de las muestras de tierras recolectadas
- Determinar las propiedades y comportamiento físicas , mecánico de las tierras seleccionadas(Pruebas de laboratorio)
- selección de adictivos y componentes para la protección y mantenimiento de los revoques interiores con tierra (aceite de linaza, cal y engrudo)
- Selección de técnica del revoque (El aplicado)
- Aplicación de revoques de tierras en muros (ladrillo) interiores en viviendas
- Análisis comparativo de precios unitarios de revoques interiores
- Capacitación técnica y practica sobre de revoques de tierra en interiores de viviendas para ciudad de Tarija

1.4.Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Pregunta de investigación

¿Bajara el índice de viviendas que no cuentan con revoques interiores y mejorara su calidad de vida si se aplica este nuevo material (revoque de tierra) de construcción?

Con este nuevo material (revoques de tierra) se espera que el índice de viviendas que no cuentan con revoques interiores baje y a la vez brindarle una mejor calidad de vida al usuario

1.5. Definición y operación de variables

1.5.1. Variable dependiente

Revoques de tierra

Definición: Por revoque entenderemos aquellos re vestimentos continuos conformados a partir de una pasta o mortero con consistencia plástica aplicados con la mano, paleta, llana o proyectados. Uno de los principales requisitos del revestimiento consiste en lograr una máxima ad herencia entre el mismo y el soporte a través de una similitud de rigideces. Por su parte, el soporte deberá ser suficientemente sólido para no desprenderse con el peso del revestimiento.

Definición operacional: Será analizada mediante pruebas caseras y ensayos de laboratorio para determinar las propiedades y comportamientos físico, mecánicos, límites (liquido-plástico) y granulométrico para conseguir una mezcla que contenga mayor adherencia y resistencia para la aplicación en los muros

1.5.2. Variables independientes

Falta de revoques interiores en viviendas

Definición: Se entiende que no cuenta con recubrimiento en el interior

Definición operacional: Se analizara mediante recopilación bibliográfica especializada, entrevistas y cuestionarios cerrados y seguimiento al caso a los usuarios y familias que no cuentan con un revoque interior más que todo en las áreas periurbanas de la ciudad de Tarija

Tipo de suelo (tierra)

Definición: La suelo es un sedimento de roca y de ser vivo, mezcla inorgánica y orgánica, con pequeñas cantidades de agua y aire. La formación del suelo es un proceso que tarda millones de años en producirse, en el cual, la roca , va desintegrándose desde gujarros hasta componentes más pequeños como la arena ,arcilla. Y limo

Definición operacional: se analizará el tipo de suelo de cada zona seleccionada para determinar la muestra más eficiente

La cantidad de adictivos

Definición.-Sustancia Que se añade a otra para aumentar o mejorar las cualidades.

Definición operacional: se analizara distintos tipos de adictivos (aceite de linaza; cal; engrudo) para mejorar las cualidades a la mezcla para la aplicación de revoques de tierra

Dosificación determinada

Definición.- implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen una mezcla, con el fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o adherencia correctos.

Definición operacional.- se analizara las proporciones que componen la mezcla esto con el fin de obtener la adherencia; resistencia y durabilidad correctos para un mejor acabado

1.6.Enfoque metodológico

1.6.1. Enfoque de investigación

Según lo planteado en el caso de la problemática y los objetivos trazados con relación al proyecto de investigación se considera un enfoque mixto

Enfoque mixto

El enfoque mixto, es nuevo y se concibe como la combinación de ambos enfoques

Enfoque cualitativo.- utiliza la recolección de datos para probar hipótesis, en base de mediciones numéricas y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamientos y probar teorías

Enfoque cuantitativo.- utiliza la recolección y análisis de datos para afinar la pregunta de investigación o revelar nuevas interrogantes en el proceso de interpretación. Este enfoque puede revelar nuevas interrogantes e hipótesis antes o después de la recolección de datos. No siempre tiene una secuencia ordenada de datos, se puede investigar cualquier etapa indistintamente (MSC.ING Luis Alberto Yurquina, 2019, pag 6-7)

1.7. Técnicas e instrumentos de recolección

1.7.1. Observación de campo

Al hacer la observación de campo es una parte para abordar este tema que nos ayudara a conocer la realidad de los problemas que se presenta en la sociedad al no contar con un revoque interior y podemos dar una alternativa que sea más factible extrayendo materiales del lugar (tierra) que se encuentra en cualquier sitio de la ciudad de Tarija

1.7.2. Exploración bibliográfica

La exploración bibliográfica que nos ayudara a comprender las características y usos que puede tener la tierra en la construcción como también en los sistemas constructivos tradicionales, para comprender los avances realizados en algunas investigaciones sobre el uso de este material y su aplicación en muros interiores en viviendas

1.7.3. Encuestas

Las encuestas nos permitirán conocer datos estadísticos más precisos al problema que se está dando y cuál será acorde a las respuestas planteadas por la población encuestada.

1.7.4. Entrevistas

Es una técnica de adquisición de información de interés sociológico, mediante una charla, a través del cual se puede conocer la opinión o valoración de las familias, la sociedad que viven en esas condiciones sin un revoque interior a la vez así como conocer una alternativa que sea más factible y dar solución al problema que se está viviendo hoy en día en la ciudad de Tarija

Este caso hablamos con un miembro de la familia Arturo Rodríguez de la zona de morros blancos, barrio los frutales para poder establecer las medidas a tomar sobre la aplicación de revoques de tierra y tener algo claro de cómo podemos abordar este tema

1.8.Límites y alcances

Esta investigación Trata de establecer las prácticas, experiencias de vida que tienen otros países del mundo como Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda, entre otros, tienen ventaja a la hora de integrar la tierra en la construcción dentro de las universidades en el área de la arquitectura en tierra que realizan varios proyectos relacionados en el uso de la tierra en la construcción como revoques tanto interiores como exteriores

En nuestro país (ciudad de la paz) existe una empresa (tecnoclay a cargo del ingeniero franklin) que ofrece revoques de tierra sin embargo no son 100% naturales

1.9. Plan de análisis de resultados

Para la parte de análisis de resultados se desarrollara esquemas para mostrar el contenido de la investigación de forma resumida donde se describirán los aspectos abordados a lo largo de la investigación realizada, los resultados obtenidos y sus análisis. Aquí se construirá un hilo argumental que facilita la presentación del trabajo llevado a cabo en la cual se identificaran las características y beneficios de la propuesta

1.10. Interpretación de resultados

Los medios que se utilizarán para realizar la interpretación de resultados serán a través de esquemas y gráficos explicativos como también se realizarán pruebas y ensayos que nos ayudara a determinar más las propiedades y su factibilidad que pudiera tener la aplicación de revoque de tierra en el muro de ladrillo

1.11. Población y muestra

La presente investigación está proyectada como población de estudio más que todo en viviendas que no cuentan con un revoque donde se pudo analizar distintos sitios relacionado al tipo de suelo tomando en cuenta para realizar un análisis, ensayos para determinar la factibilidad

MARCO TEORICO GENERAL

II

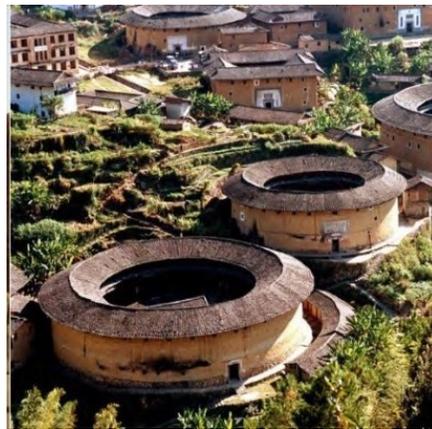
MARCO TEORICO II

Marco teórico conceptual

2.1. Antecedentes

2.1.1. El significado socio cultural de las construcciones con tierra

Las construcciones con tierra se han desarrollado básicamente a partir de la transmisión de conocimientos de origen popular que, como todo saber tradicional, consisten en la Manifestación de respuestas lógicas a necesidades locales, así como a las condicionantes y recursos



*Imagen 1 Tulous de Hakka. Chuxi, China.
Construido entre los siglos XII y XX.*

que ofrece el medio natural. . (Guerrero baca, Luis, 2007, p182)

Referido a lo netamente material y constructivo, se debe considerar que existe una fuerte interacción entre los aspectos socio-culturales, de eficiencia tecnológica, del diseño arquitectónico y del impacto ambiental que definen, con prioridad, la tipología del edificio, la técnica constructiva y el tipo de intervención. Como también existe una fuerte interacción entre los aspectos socio-culturales y lo vinculado a lo perceptivo, simbólico y patrimonial. (Martins Neves, c.; Borges faria, o.; et al. 2009, p14).

Desafortunadamente, la cultura constructiva se ha perdido, en mayor parte, porque no ha recibido la atención merecida y no se han valorizado lo suficiente desde las estancias académicas e institucionales. Por no mencionar, que aunque se hayan investigado para mejorar las cualidades y defectos del material, y se hayan academizado y recopilado datos históricos sobre el tema, aún sigue existiendo ese miedo o perjuicio detrás que no permite que la sociedad acepte este material.

La integración en la sociedad no solo debe hacerse en los países desarrollados, sino en los lugares donde la construcción en tierra sigue existiendo como parte de su cultura. (Josune Hernández, 2016, p7).

2.1.2. Antigüedad

La arquitectura de tierra data de hace más de 9000 años. Muchas culturas la han ejecutado y adaptado a las necesidades y condiciones del entorno, pero también han plasmado en ellas cuestiones culturales, sociales y religiosas. (Bach. Blanca Bozzano Ciavaglia, 2017, p 16)

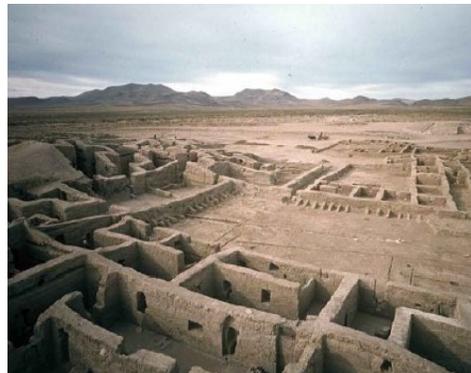


Imagen 2 Días Raquel, construcción con tierra ,2017-2018, pag -8

Se trata de una cultura constructiva que ha logrado avances inigualables gracias a la atávica sucesión de ensayos y errores que por milenios desarrolló la sociedad a través de procesos de “selección artificial”, en donde las experiencias exitosas trascendían y los fracasos eran reemplazados. (Guerrero baca, Luis, 2007, p182)

La vinculación de este tipo de patrimonio arquitectónico tradicional a las costumbres heredadas características de las sociedades tradicionales fue la razón de su mantenimiento y adaptación a lo largo de los siglos, pero también ha sido la causa principal de su acelerado deterioro y pérdida. El proceso de industrialización, la transformación de las economías agrícolas y de las formas de vida hacia una „sociedad moderna“ derivaron en un abandono, no sólo las costumbres y usos

Tradicional, las edificaciones antiguas asociadas a técnicas artesanales y necesitadas de mantenimiento se tornaron en una carga a soportar y, si era posible, a evitar. Dicha actitud derivó en la pérdida del conocimiento y saber hacer de los materiales y técnicas mantenidas durante siglos. (Barbero, M; Maldonado, L., 2012, p102-103).

2.1.3. La (des) valorización de la tierra en la construcción

En las últimas décadas ha existido una gran presión para desacreditar la tierra como material de construcción viable y ha habido un vacío de investigaciones serias dentro de los límites de aplicación de las paredes de tierra; y esto junto a las nuevas tecnologías de construcción, hacen que las construcciones existentes de tierra, cobren una importancia para muchos insignificante o con poco valor, negando el significado cultural e histórico que posee. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p13)

En el campo de la arquitectura, desde hace mucho tiempo ha existido cierto menosprecio frente a las estructuras de tierra cruda pues se les ha considerado

como „obras menores“, a pesar de su singularidad, dimensión, antigüedad y trascendencia cultural. (Guerrero, L.; Correia, M.; Guillaud, H., 2012, p210).

2.1.4. Ámbito nacional Bolivia

La construcción con tierra en las regiones tiene raíces ancestrales y adquiere fuerte tradición durante el desarrollo de las culturas prehispánicas.



Imagen 3 <https://verdadcontinta.com/casa-patrimonial>

Bolivia, con su variado territorio, es escenario del desarrollo histórico de la construcción con tierra como expresión vernácula en sus viviendas y otras edificaciones; estas tradiciones y técnicas constructivas fueron multiplicándose y actualmente forman parte del patrimonio de la arquitectura de tierra en el altiplano boliviano.

La cultura de los pueblos bolivianos, está históricamente ligada al uso de la tierra en la construcción, utilizando este material a través de técnicas constructivas apropiadas al clima y forma de vida de cada lugar, en cuya expresión se incorpora cubiertas de este material.

La tierra como material de construcción subsiste y tiene vigencia, pues no otra cosa significa que gran parte de la población mundial y especialmente en América Latina, se construye con adobes, tapiales y técnicas mixtas de tierra; produciendo desde las más modestas viviendas hasta los más grandes monumentos. (Raúl Adolfo Sandoval Tejada, Juan Pablo Sandoval Calderón, 2015, p2)

Gran parte de los edificios más antiguos en Tarija fueron construidos con barro; como la casa dorada, la casa de Isaac Attie, el castillo azul, la iglesia san juan, casa de moto Méndez, la iglesia san roque , convento san francisco, la catedral de san Bernardo, el museo paleontológico y varias casas particulares que se hicieron en durante la Colonia de los españoles y también durante la República e incluso antes, lo que demuestra de la durabilidad del material de tierra. Todos ellos son ejemplos de la durabilidad de esta arquitectura y de la fiabilidad de su principal material constructivo: el barro crudo. Su uso fue muy extendido en la arquitectura sagrada, oficial, civil o agrícola y las construcciones de barro se encuentran en todos los continentes con climas cálidos, fríos, secos y templados del mundo La tierra ha sido desde siempre el material de construcción predominante. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas hechas de tierra; y en países en vías de desarrollo, esto representa más de la mitad. (<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)

2.1.5. La nueva experiencia para construir con tierra (tecnoclay)

La empresa TecnoClay, durante años ha experimentado de las bondades de la tierra que brinda para construir, aunque más direccionado a la decoración de interiores.

Franklin Antezana, ingeniero y constructor se dio a la tarea de investigar de esta Material noble y que ahora tiene el producto perfecto para la decoración de interiores y que se pueden emplear en cualquier superficie.

Gran parte de los edificios más antiguos de Bolivia fueron contruidos con barro; como el Palacio de Gobierno de la plaza Murillo, Palacio Legislativo, el palacio de Sucre, Teatro Municipal



Imagen 4
(<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)

de Sucre, La Casa de la Moneda de Potosí y varias casas particulares que se hicieron en durante la Colonia de los españoles y también durante la República e incluso antes, lo que demuestra de la durabilidad del material de tierra. Todos ellos son ejemplos de la durabilidad de esta arquitectura y de la fiabilidad de su principal material constructivo: el barro crudo. Su uso fue muy extendido en la arquitectura sagrada, oficial, civil o agrícola y las construcciones de barro se encuentran en todos los continentes con climas cálidos, fríos, secos y templados del mundo. Ahora se incorpora en el mercado la empresa boliviana Tecnoclay con un producto muy innovador para la decoración de interiores”. La tierra ha sido desde siempre el material de construcción predominante. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas hechas de tierra; y en países en vías de desarrollo, esto representa más de la mitad.
(<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)

2.1.6. Material local

Para algunos expertos la creciente necesidad de hábitat en estos últimos años solo se puede encarar utilizando materiales de construcción locales y técnicas

de autoconstrucción, puesto que no pueden ser resueltos empleando materiales industriales debido a la falta de capacidad de producción y los pocos ingresos.

Finalmente y después de años se le da su lugar a este material noble y que existe en el mundo, pues la tierra tiene mejores cualidades que los materiales industriales como el hormigón, los ladrillos y los silico-calcáreos. Las técnicas de construcción con tierra recientemente desarrolladas demuestran su valor, no solo para la autoconstrucción sino también para la construcción industrializada.



Imagen 5
(<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)

La historia de este material nos demuestra que las primeras vienen de hace 9.000 años. La mayoría de las culturas más antiguas del mundo, utilizaron tierra no solo en la construcción de viviendas sino también para protegerse como las fortalezas y obras fantásticas

(<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)

2.1.7. Impactos que tiene revocar con tierra

Son una alternativa a los revocos de cemento o yeso y a las pinturas sintéticas derivadas del petróleo. En su facilidad de uso y posibilidad de acabados son muy similares pero la diferencia está en la energía necesaria para su producción. Los productos de barro significan un tercio de la energía usada en

el yeso y llega a ser mucho menos que en el cemento.

Esto aplica también a pinturas sintéticas, cuyo costo de energía es también mucho menor.

También son materiales completamente reversibles, esto significa que al mezclarse con agua vuelven a ser barro y pueden ser utilizadas nuevamente en otra construcción. Esto en el futuro ahorrará una gran cantidad de desechos de demolición.

Finalmente los productos de tierra son más flexibles, que al estar bien aplicados y con un buen mantenimiento, llegan a ser más duraderos que materiales más duros propios de la industria actual (<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)



Imagen 6
(<https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla/>)

2.1.8. Panorama actual

Los países desarrollados han llegado a la conclusión de que existen problemas con el reciclado de materiales, ciclos de los edificios, el gasto energético que generan dentro de ellos y la contaminación ambiental. Por eso, están divulgando y promoviendo el uso de materiales ecológicos para crear edificios sostenibles, en los cuales uno de los materiales estrella es la tierra.

Las nuevas investigaciones de este material están entorno a sistemas semi-prefabricados o prefabricados, para poder controlar mejor el proceso de producción y garantizar unos resultados óptimos y seguros, a la vez mejoran las características básicas de la tierra. Las investigaciones respecto a las mejoras de

las construcciones en tierra están en curso. La prefabricación de las construcciones en tierra es uno de los avances con los que se está apostando más. Mediante los estudios científicos y la alta tecnología para llegar a fabricarlos con un control de calidad muy Satisfactorio, con el cual, hacer competencia a otros materiales del mercado.

El uso de este material formar parte del campo del arte, como en el caso de Ulrike Arnold o Daniel Duchert, que nos enseñan la gran variación de colores, texturas y plasticidades que existen y pueden construirse con tierra. Los arquitectos más conocidos de las últimas décadas: Martin Rauch, Marcelo Cortes, Hassan Fathy o Rick Joy, entre otros.

Por otro lado, en Oriente Medio, África y Latino América, las construcciones con tierra tienen un interés de “vivienda social”. Mejora de las viviendas en casos de sismicidad o autoconstrucción de su propio refugio debido a la situación de pobreza, o en la mayoría de los casos, promovido por entidades de cooperación en ayudas a vías de desarrollo. (Josune Hernández, 2016, p25)

2.2.Aspectos generales del suelo (tierra)

2.2.1. El suelo y su origen

A través de un proceso de desintegración mecánica y descomposición química, las rocas de la corteza terrestre forman los materiales sueltos que se encuentran en ella.

Cuando el efecto alterativo de las rocas se lleva a cabo por un medio físico se produce un suelo con la misma composición de ellas. Cuando es de efecto

químico el proceso por medio del cual se produce el suelo, la constitución mineralógica de él es diferente a los que poseía la roca madre.

Entre los agentes físicos que producen cambios en las rocas figuran el sol, el agua, el viento y los glaciares.

A pesar de que los agentes físicos son de mucha importancia en la formación de los suelos, ellos no son capaces de reducir los fragmentos rocosos a tamaños individuales a menos de 0.01 mm. La desintegración a tamaños menos a 0.01 mm sólo puede efectuarse por procesos químicos.

De los agentes químicos se pueden mencionar como principales la oxidación, la carbonatación y la hidratación.

La acción de los agentes antes mencionados se conoce más comúnmente en el medio de la ingeniería como meteorización y alteración que dan origen a los suelos inorgánicos. La meteorización se refiere únicamente a los cambios superficiales que sufren las rocas debido a la acción de los agentes atmosféricos.

La meteorización: Es un proceso dinámico donde los minerales de las rocas se rompen, cambian químicamente y se disuelven en agua. El producto final, suelo, está formado por un grupo relativamente pequeño de minerales: predominantemente cuarzo y minerales arcillosos, con cantidades variables de mica, minerales Ferro magnesianos, óxidos de hierro y carbonatos Los restos de la vegetación y otros restos orgánicos, al ser descompuestos por la acción de los microorganismos para su propia nutrición, dejan como residuo partículas finas de tamaño coloidal denominadas humus. El humus se mezcla en diferentes

proporciones con las partículas minerales, formándose de esa manera los suelos orgánicos.

Los suelos deben su origen a una tal variedad de causas que excede todo poder de descripción detallada. El resultado de ese concurso de causas, es una inmensa diversidad de tipos de suelo resultantes. También debe notarse que su formación ha ocurrido a través de las Eras Geológicas, tal como sigue ocurriendo hoy; en consecuencia, el hombre es completamente ajeno a la génesis del suelo: sólo le toca manejarlo, tal como la naturaleza se lo presenta. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p23)

2.2.2. Principales tipos de suelos

Los suelos se dividen en dos amplios grupos: suelos cuyo origen se debe a la descomposición física y/o química de las rocas, o sea los suelos inorgánicos y suelos cuyo origen es principalmente orgánico.

Si en los suelos inorgánicos el producto del intemperismo de las rocas permanece en el sitio donde se formó, da origen a un suelo residual; en caso contrario, forman un suelo transportado, cualquiera que haya sido el agente transportador (por gravedad: talud; por agua: aluviales o lacustres; por viento: eólicos; por glaciares: depósitos glaciales). (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, p10)

En cuanto a los suelos orgánicos, éstos se forman casi siempre in situ.

Los ríos acarrear materiales de muy diversas graduaciones, depositándolos a lo largo de su perfil, según varíe la velocidad de su curso; al ir disminuyendo ésta, la capacidad de acarreo de la corriente se hace menor, depositándose los

materiales más gruesos. De esta manera el río transporta y deposita suelos según sus tamaños decrecientes, correspondiendo las partículas más finas (limos y arcillas) a depósitos próximos a su desembocadura.

Los vientos pueden arrastrar partículas cuyo tamaño puede variar desde el del limo hasta el de las arenas gruesas; estos arrastres pueden hacer que las partículas se depositen a muchos kilómetros de su lugar de origen

Es importante hacer pruebas para determinar el tipo de tierra a utilizar, estas pruebas van desde la construcción de probetas y el estudio en el laboratorio (ensayos normalizados con resultados cuantitativos), hasta formas simples, rápidas y económicas hechas in situ (resultados cualitativos), apropiadas para comparar las características entre las tierras disponibles en la región. Igualmente es recomendable ejecutar modelos parciales de prueba, semejantes a lo que se ejecutará en obra, y así poder verificar el comportamiento de la tierra utilizada. Asimismo la sabiduría popular nos da pautas para la elección de los materiales y la forma de trabajarlos. (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, p10)

2.2.3. Suelos más comunes

Gravas: Las gravas son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Dado el origen, cuando son acarreadas por las aguas las gravas sufren

Desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas. Sus partículas varían desde 7.62 cm (3") hasta 4.76 mm. Se encuentran en la trayectoria de los ríos,

puede ser extraída de canteras a base de trituración y también se le encuentra en las laderas de las montañas o volcanes. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p24)

Arenas: Es un suelo compuesto en su mayor parte de partículas de 0.074 mm a 4.76 mm de diámetro. Arena sucia es una arena ligeramente limosa o arcillosa. La arena es el nombre que se le da a los materiales de granos finos procedentes de la denudación de las rocas o de su trituración artificial. Se le encuentra en los ríos, puede ser extraída de canteras a base de trituración y existen también bancos ubicados en posiciones geológicas determinadas. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla. Las arenas estando limpias no se contraen al secarse, no son plásticas, son mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea.

Limos: Los limos son suelos de granos finos con poca o ninguna plasticidad, pudiendo ser limo inorgánico como el producido en canteras, o limo orgánico como el que suele encontrarse en los ríos, siendo este último caso de características plásticas. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Se le encuentra en las desembocaduras de ríos o donde no existe mucha corriente, en aguas estancadas y en algunos bancos con posiciones geológicas determinadas. Se le encuentra también en las faldas de los volcanes. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p24)

Arcillas: Se aplica este nombre a cualquier suelo que sea capaz de mantenerse plástico con variaciones relativamente amplias de humedad y cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica al ser mezclada con agua. Químicamente es un

silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados. La estructura de estos minerales es, generalmente, cristalina y complicada, y sus átomos están dispuestos en forma laminar. De hecho se puede decir que hay dos tipos clásicos de tales láminas: uno de ellos del tipo silícico y el otro del tipo aluminico. Se le encuentra en la desembocadura de ríos o donde no existe mucha corriente, en aguas estancadas y en otros lugares donde anteriormente existió una laguna, una poza o una correntada de agua. Algunas veces se le encuentra en capas inferiores a la capa vegetal (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p24)

De acuerdo con su arreglo reticular los minerales de arcilla se pueden clasificar en tres grupos básicos, que son:

El caolinítico: Las arcillas caoliníticas están formadas por una lámina silícica y una lámina aluminica superpuestas de manera indefinida y con una unión tal entre sus retículas que no permiten la penetración de moléculas de agua entre ellas, pues producen una capa electrónicamente neutral, lo que induce, desde luego, a que estas arcillas sean bastante estables en presencia del agua.

El montmorilonítico: Se forman por la superposición indefinida de una lámina aluminica entre dos láminas silícicas, pero con una unión débil entre sus retículas, lo que hace que el agua pueda penetrar en su estructura con facilidad. Estas arcillas sufren fuerte expansión en contacto con agua, lo que provoca inestabilidad en ellas. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p24)

El ilítico: Producto de la hidratación de las micas y que presentan un arreglo reticular similar al de las montmoriloníticas, pero no la tendencia a formar

grumos por la presencia de iones de potasio, lo que reduce el área expuesta al agua, razón por la cual no son tan expansivas como las arcillas montmoriloníticas.

En general, las arcillas, ya sean caolínicas, montmoriloníticas o ílíticas, son plásticas, se contraen al secarse, presentan marcada cohesión según su humedad, son compresibles y al aplicárseles una carga en su superficie se comprimen lentamente. Otra de sus características es que la resistencia perdida por el remoldeo se recupera parcialmente con el tiempo. Se puede también decir que un contenido mínimo del 15% de arcilla en un suelo le dará a éste las propiedades de la arcilla. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p24)

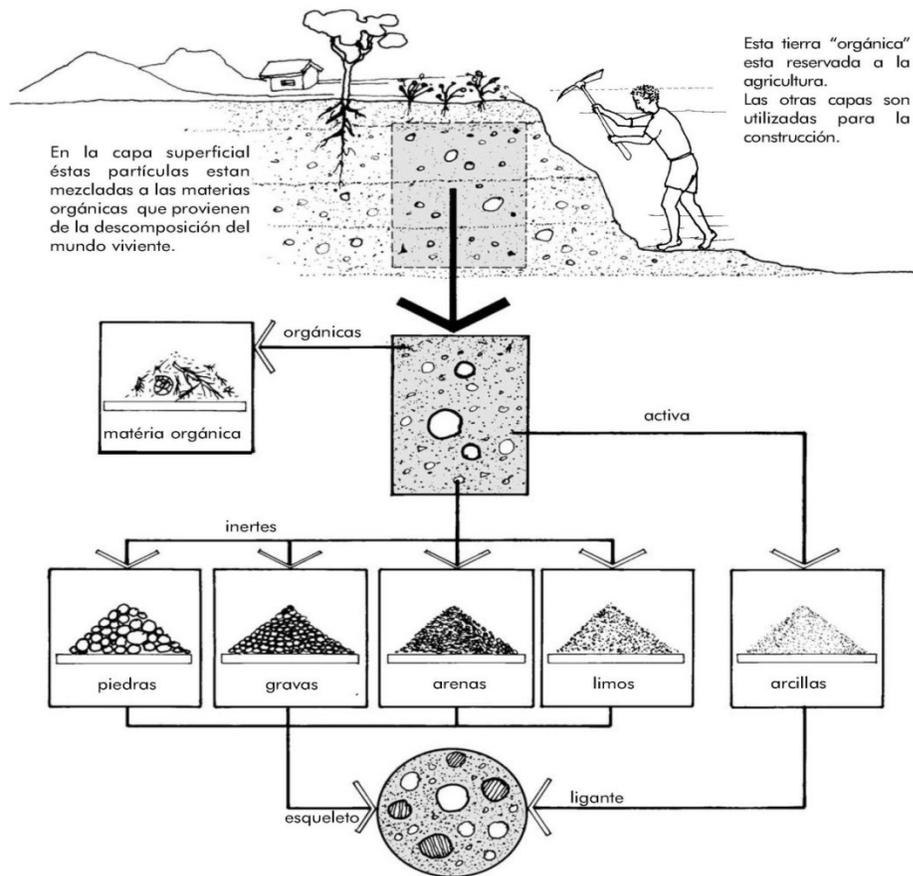


Imagen 7 arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, p11

2.2.4. Recolección de muestra

Las zonas que se tomaron en cuenta para tomar las muestras son: morros blancos (barrio los frutales), el tejlar, el constructor (barrio santa rosa), mercado abasto del sur (barrio bolívar), los sauces (barrio Luis de fuentes)



Imagen 8 Elaboración propia

2.2.5. Características físicas y químicas

Minerales constitutivos

Un mineral es una sustancia inorgánica y natural, que tiene una estructura interna, característica determinada por un cierto arreglo específico de sus átomos e iones. Su composición química y sus propiedades físicas son fijas o varían dentro de límites definidos. Sus propiedades físicas más interesantes, desde el punto de vista de identificación son: el color, el lustre, la tonalidad de sus raspaduras, la forma de cristalización, la dureza. La estructura atómica molecular del mineral es el factor más importante para condicionar sus propiedades físicas. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p27)

Minerales constitutivos de las arcillas

Partiendo de los numerosos minerales (principalmente silicatos) que se encuentran en las rocas ígneas y metamórficas, los agentes de descomposición química llegan a un producto final: la arcilla.

El comportamiento mecánico de las arcillas se ve decisivamente influido por su estructura en general y constitución mineralógica en particular.

Las arcillas están constituidas básicamente por silicatos de aluminio hidratados, presentando además, en algunas ocasiones, silicatos de magnesio, hierro u otros metales, también hidratados. Estos minerales tienen, casi siempre, una estructura cristalina definida, cuyos átomos se disponen en láminas. Existen dos variedades de tales láminas: la silícica y la aluminica.

Es entonces, de acuerdo con su estructura reticular, que los minerales de arcilla se encasillan en tres grandes grupos mencionados anteriormente: caolinitas, montmorilonitas e ilitas. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p28)

Características físicas del suelo (tierra)

Peso volumétrico: El peso volumétrico es estado natural del suelo o peso específico de la masa del suelo es la relación del peso del mismo y el volumen que ocupa generalmente se expresa kg/m^3

Densidad: Se refiere al peso por volumen del suelo. Existen dos tipos de densidad, real y aparente. La densidad real, de las partículas densas del suelo, varía con la proporción de elementos constituyendo el suelo y en general está alrededor de 2,65. Una densidad aparente alta indica un suelo compacto o tenor elevado de partículas granulares como la arena. (<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

Granulométrica: El suelo está constituido básicamente por partículas rocosas que pueden ser agrupadas de acuerdo con las dimensiones de los granos. Cada grupo, o franja de dimensiones, presenta características propias que indican su comportamiento como material de construcción. Las partículas contenidas en determinada franja son clasificadas como grava, arena, limo y arcilla; siendo que la arena también puede ser subdividida y calificada como gruesa, mediana y fina.

(<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

La denominación granulométrica es la siguiente:

- Arcillas (clay): diámetro < 0,002 mm
- Limos (silt): 0,002 mm < diámetro < 0,06 mm
- Arenas finas (fine sand): 0,06mm < diámetro < 0,2mm
- Arenas gruesas (coarse sand): 0,2 mm < diámetro < 2 mm
- Gravas (gravel): 2 mm < diámetro < 20 mm
- piedra (pebbles): 20 mm < diámetro < 200 mm

Expansión y retracción: La expansión del barro (arcilla) al entrar en contacto con el agua así como su retracción al secarse son desventajosos para su uso como material de construcción. La expansión ocurre solamente si el barro entra en contacto directo con mucho agua perdiendo así su estado sólido. La absorción de humedad del aire sin embargo no conduce a la expansión.

La magnitud de la expansión y la retracción depende del tipo y cantidad de arcilla (la arcilla montmorilonita tiene un efecto mayor que la caolinita o la ilita) y también de la distribución granulométrica del limo y la arena(<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

Color del suelo: El color del suelo depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, materia orgánica presente y grado de oxidación de minerales presentes. Se puede evaluar como una medida indirecta ciertas propiedades del suelo. Se usa para distinguir las secuencias en un perfil del suelo, determinar el origen de materia parental, presencia de materia orgánica,

estado de drenaje y la presencia de sales y carbonato.
(<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

Consistencia del suelo: La consistencia es la propiedad que define la resistencia del suelo a la deformación o ruptura que pueden aplicar sobre él. Según su contenido de humedad la consistencia del suelo puede ser dura, muy dura y suave. Se mide mediante tres niveles de humedad; aire-seco, húmedo y mojado. Para la construcción sobre él se requiere medidas más precisas de resistencia del suelo antes de la obra(<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

Porosidad del suelo: El espacio poroso del suelo se refiere al porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos. En general el volumen del suelo está constituido por 50% materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica) y 50% de espacio poroso. Dentro del espacio poroso se pueden distinguir macro poros y micro poros donde agua, nutrientes, aire y gases pueden circular o retenerse. Los macro poros no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje, aireación del suelo y constituyen el espacio donde se forman las raíces. Los micro poros retienen agua y parte de la cual es disponible para las plantas. (<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

Humedad y grado de compactación: La cantidad de agua presente en la tierra determina su grado de humedad, y esta es un elemento fundamental dentro del proceso constructivo. En primer lugar es la responsable del movimiento de las

partículas sólidas dentro de la mezcla, o sea las partículas de menor tamaño se transportan hasta ocupar el lugar entre las de mayor tamaño. Y en segundo lugar activa las fuerzas aglutinantes de la arcilla.

Por otro lado la resistencia del suelo está directamente relacionada con su grado de compactación cuando es apisonado por un determinado esfuerzo. Para cada tipo de suelo y para cada esfuerzo de compactación existe una determinada humedad, denominada humedad óptima de compactación, en la cual ocurren las condiciones en que se puede obtener la mejor compactación, o sea, la mayor masa específica seca. En esta condición, el suelo también presenta menor porosidad, caracterizando así un material más durable y más resistente mecánicamente. (<https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>)

Estructura: Como ya se sabe, los suelos están formados por gran cantidad de elementos de composición mineralógica diversa, así como también de diversos tamaños y formas, constituyendo la estructura del suelo; es decir, la estructura es la distribución y orden de las partes de un cuerpo. Se pueden distinguir tres tipos de estructuras: granular, apanalada y floculenta. La estructura granular es propia de los suelos integrados por recios granos, es típica de las gravas y arenas. La estructura apanalada es típica de los suelos limosos. La estructura floculenta es un arreglo complejo de partículas muy finas de arcilla depositadas en agua. En esta estructura las partículas ultrafinas se agrupan en flóculos antes de sedimentarse. El agrupamiento de flóculos se debe a la atracción de las partículas de carga eléctrica de signos opuestos. Ya formados los flóculos, éstos

se sedimentan y luego de sedimentados se agrupan unos con otros, dejando algunos espacios vacíos. Tanto los suelos de estructura apanalada como los de estructura floculenta presentan una capacidad relativamente alta de carga mientras su estructura permanezca inalterada. Las partículas del suelo no son esféricas, sino anisométricas. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p29)

Acción capilar: Todos los materiales con una estructura porosa como el barro con capaces de almacenar y transportar agua a través de sus vasos capilares. De ese modo el agua se mueve de regiones de mayor humedad hacia regiones de menor humedad. La capacidad del agua para ser absorbida se denomina “capilaridad” y el proceso de transportación de agua se denomina “acción capilar”.

El problema con el barro es que se expande y erosiona bajo el agua.

Erosión por lluvias: Es bien sabido que la erosión por lluvias es un desgaste producido por la caída vertical y/o semi inclinada, del agua de lluvia.

La tierra es resistente a este fenómeno dependiendo de las características que está presente.

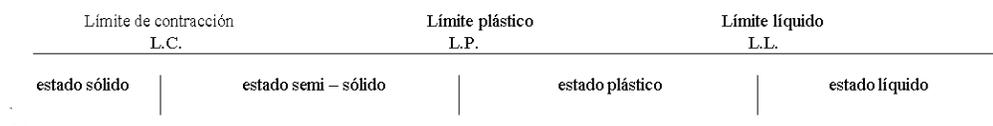
Una tierra con alto contenido de arenas, es muy susceptible a la erosión, mientras que una tierra limo arcillosa es menos propensa a este fenómeno. Es difícil encontrar un equilibrio con respecto a la erosión, ya que se tienen que tomar en cuenta los otros factores que afectan a la arcilla como la expansión y la retracción de las mismas. Una tierra arcillosa es más resistente a la erosión pero tiene cambios más bruscos en su expansión y retracción. Una tierra

arenosa es susceptible a la erosión pero es menos expansiva que la otra. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p31)

Plasticidad: La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse. Por medio de ella se mide el comportamiento de los suelos en todas las épocas. Las arcillas presentan esta propiedad en grado variable.

La forma laminar de las partículas de los suelos ejerce una influencia importante en la compresibilidad de los mismos, mientras que el pequeño tamaño propio de esas partículas hace que la permeabilidad del conjunto sea muy baja; existe, así, una relación entre la plasticidad y éstas y otras propiedades físicas de importancia.

Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes: Estado sólido, estado semi – sólido, estado plástico y estado líquido. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p31)



a diferencia entre los límites representa la variación en el contenido de agua o humedad dentro de la cual el suelo se mantiene en un cierto estado.

Cuando no se puede determinar el límite plástico de un suelo se dice que es no plástico, y en este caso el índice plástico se dice que es igual a cero. El índice

de plasticidad indica el rango de humedad a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico.

Según Atterberg, cuando un suelo tiene un índice plástico igual a cero el suelo es no plástico; cuando el índice plástico es menor de 7, el suelo presenta baja plasticidad; cuando el índice plástico está comprendido entre 7 y 17 se dice que el suelo es medianamente plástico, y cuando el suelo presenta un índice plástico mayor de 17 se dice que es altamente plástico. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p31)

Clasificación de los suelos

Dada la gran variedad de suelos que se presentan en la naturaleza, la mecánica de suelos ha desarrollado algunos métodos de clasificación de los mismos. Cada uno de estos métodos tiene, prácticamente, su campo de aplicación según la necesidad y uso que los haya fundamentado. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p32)

Clasificación por tamaño de las partículas: Dada la diversidad de tamaños de los granos que un suelo posee, es posible clasificarlo según los porcentajes de los mismos. La clasificación granulométrica se puede llevar a cabo por diferentes métodos.

El tamaño de los granos es sólo uno de los diferentes factores de los cuales dependen ciertas propiedades físicas importantes de los suelos, tales como la permeabilidad y la cohesión. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p32)

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S): Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande. Un suelo se considera grueso si más del

50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla No. 200, y fino si más del 50% de sus partículas son menores que dicha malla. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p32)

Suelos gruesos: En los suelos gruesos se tienen las gravas y las arenas, de tal modo que un suelo pertenece al grupo de las gravas si más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4, y pertenece al grupo de las arenas en caso contrario. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p32)

Suelos finos: También en los suelos finos el sistema unificado los considera agrupados en tres grupos para los limos y arcillas con límite líquido menor de 50%, en tres grupos para los limos y arcillas con límite mayor de 50% y en un grupo para los suelos finos altamente orgánicos. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p32)

En general, las gravas son granos mayores que el tamiz No. 4 (4.76 mm.), las arenas son granos menos que el tamiz No. 4 y mayores que el No. 200 (0.074mm.) y los granos menores que el tamiz No. 200 son los finos. Esta última sección se subdivide algunas veces en limos, que son las partículas mayores que 0.002 mm: y arcillas, que son las menores que 0.002mm. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p32)

Físico- Químico de la arcilla

En los granos gruesos de los suelos, las fuerzas de gravitación predominan fuertemente sobre cualesquiera otras fuerzas; por ello, todas las partículas gruesas tienen un comportamiento similar. El comportamiento mecánico e hidráulico de tales suelos está definido por características circunstanciales, tales

como la compacidad del depósito y la orientación de sus partículas individuales.

En los suelos de grano muy fino, sin embargo, fuerzas de otros tipos ejercen acción importantísima; ello es debido a que en estos granos, la relación de área a volumen alcanza valores de consideración y fuerzas electromagnéticas desarrolladas en la superficie de los compuestos minerales que cobran significación. En general, se estima que esta actividad en la superficie de la partícula individual es fundamental para tamaños menores que dos micras (0.002mm).

Interacción del agua y su fase sólida

En el caso de los minerales arcillosos se produce una reacción entre los sólidos y el agua que cambia las características de ambos; este fenómeno se llama adsorción, que es la adherencia del agua a la superficie de los sólidos, y tiene un efecto profundo en las propiedades físicas de cualquier suelo que contenga minerales que tengan esa propiedad.

Las causas de la adsorción no son totalmente conocidas, pero indudablemente están relacionadas con las cargas eléctricas de la superficie del material.

Las cargas en las caras de los minerales arcillosos son generalmente negativas, debido a las substitución isomorfa, y positivas las de las aristas, y hay áreas locales de altas y bajas cargas eléctricas.

La molécula de agua es peculiar debido a la asimétrica distribución de los átomos positivos de hidrógeno con respecto al negativo de oxígeno. La molécula de agua, aunque neutra, es polar con una carga positiva en un lado y

una negativa en el otro. Esta molécula polar o dipolo, es atraída a la superficie de los sólidos, y particularmente en los materiales arcillosos con sus grandes cargas electrostáticas superficiales. Esto se debe a las siguientes causas:

- El dipolo –atracción electrostática.
- El enlace de hidrógeno –participación de los átomos de hidrógeno con la arcilla.
- La hidratación de los cationes que son atraídos a la superficie de la arcilla para compensar la sustitución isomorfa.

Cuando se humedecen las partículas de arcilla se comportan de muy diferente manera de como lo hacen otros minerales, debido a la interacción de los campos electrostáticos y las dobles capas de difusión.

Un suelo de arcilla se puede deformar plásticamente sin romperse, con distintas humedades; cuanto mayor sea la humedad, mayor es la separación de las partículas, menor la atracción entre ellas y mayor la movilidad de las mismas. La misma arcilla menos húmeda tendrá las partículas más próximas, habrá más atracción entre ellas y formará una masa más rígida. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p34)

2.2.6. La tierra como material de construcción

Ningún libro de teoría puede reemplazar la experiencia práctica de construir con barro (arcilla). Los datos, experiencias y ejemplos de construcción con tierra pueden ser utilizados como bases para todos los procesos de construcción

y para su posible aplicación por parte de ingenieros, arquitectos, empresarios, artesanos, auto constructores o representantes públicos, que quieran construir con el material más antiguo de la humanidad, la tierra (suelo).

En casi todos los climas cálidos – seco y templados del mundo, la tierra ha sido el material de construcción predominante. Aún en la actualidad un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra, y en países en vías de desarrollo esto representa más de la mitad.

No ha sido posible resolver los inmensos requerimientos de hábitat en los países en vías de desarrollo con materiales industrializados como ladrillo, hormigón y acero, ni con técnicas de producción industrializadas. No existen en el mundo las capacidades productivas y financieras para satisfacer esta demanda. Las necesidades de hábitat en los países en vías de desarrollo solo se pueden encarar utilizando materiales de construcción locales y técnicas de autoconstrucción.

La tierra es el material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo. Este se obtiene frecuentemente directamente en el sitio cuando se excavan

Los cimientos. En los países industrializados la desmedida explotación de los recursos naturales y los sistemas de producción centralizados intensivos en capital y energía no solo generan desperdicios sino que contaminan el medio ambiente, incrementando el desempleo. En esos países la tierra a resurgido como material de construcción.

Se ha comprendido que la tierra como material de construcción natural tiene mejores cualidades que los materiales industriales como el hormigón, los ladrillos y los silicocalcáreos.

Técnicas de construcción con tierra recientemente desarrolladas demuestran el valor de la tierra no sólo para la autoconstrucción sino también para la construcción industrializada a cargo de contratistas. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p35)

Ventajas en comparación con materiales industrializados

El barro regula la humedad ambiental: El barro tiene la capacidad de absorber humedad más rápido y en mayor cantidad que los demás materiales de construcción. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

El barro almacena calor: Al igual que otros materiales densos, el barro almacena calor. En zonas climáticas donde las diferencias de temperaturas son amplias, o donde es necesario almacenar la ganancia térmica por vías pasivas, el barro puede balancear el clima interior. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

El barro ahorra energía y disminuye la contaminación ambiental: El barro prácticamente no produce contaminación ambiental en relación a los otros materiales de uso frecuente, para preparar, transportar y trabajar el barro en el sitio se necesita solo 1% de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de hormigón armado o ladrillo cocidos. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

El barro es reutilizable: El barro crudo se puede volver a utilizar ilimitadamente. Solo necesita ser triturado y humedecido con agua para ser

reutilizado. El barro en comparación con otros materiales no será nunca un escombros que contamine el medio ambiente. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

El barro economiza materiales de construcción y costos de transporte:

Generalmente el barro que se encuentra en la mayoría de las obras producto de la excavación de cimientos puede ser utilizado para construcción. Si este no contiene suficiente arcilla, esta será añadida y si contiene mucha arcilla deberá mezclarse con arena lo que significa modificar la composición del barro. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

El barro es apropiado para la autoconstrucción:

Las técnicas de construcción con tierra pueden ser ejecutadas por personas no especializadas en construcción, es suficiente la presencia de una persona experimentada controlando el proceso de construcción. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

El barro preserva la madera y otros materiales orgánicos:

El barro mantiene secos los elementos de madera y los preserva cuando están en contacto directo con él, debido a su bajo equilibrio de humedad y a su alta capilaridad.

El barro absorbe contaminantes:

Se ha dicho muchas veces que el barro contribuye a purificar el aire de un ambiente interior pero hasta el momento esto no ha sido científicamente comprobado. Es una realidad que el barro puede absorber contaminantes disueltos en agua. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p38)

Desventajas en comparación con materiales industrializados

El barro no es un material de construcción estandarizado: Su composición depende del lugar de donde se extrae, puede contener diferentes cantidades y tipos de arcilla, limo, arena y agregados. Por eso sus características pueden variar de lugar a lugar y la preparación de la mezcla correcta para una aplicación específica puede variar también. Resulta necesario saber la composición específica del barro para poder juzgar sus características y modificarlas con aditivos si fuera necesario.

El barro se contrae al secarse: A través de la evaporación del agua de amasado (necesaria para activar la capacidad aglomerante de la arcilla y para poder ser manipulado) pueden aparecer fisuras. La retracción se puede disminuir reduciendo la cantidad de agua y arcilla, optimizando la composición granulométrica o mediante el empleo de aditivos.

El barro no es impermeable: El barro debe ser protegido contra la lluvia y las heladas especialmente en estado húmedo. Las paredes de tierra pueden protegerse con aleros, barreras impermeabilizantes, tratamientos de superficies, revestimientos. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p37)

2.2.7. Funciones del suelo (tierra) como material de construcción

El suelo (tierra) es el material que reúne la mayor cantidad de funciones y ventajas dentro de un mismo material. Algunas que podemos nombrar son la masa y la inercia térmica, permite al muro “respirar”, purifica el aire interior de elementos tóxicos disueltos en él, es un buen aislante acústico, es ignífugo, libera al ambiente iones negativos (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

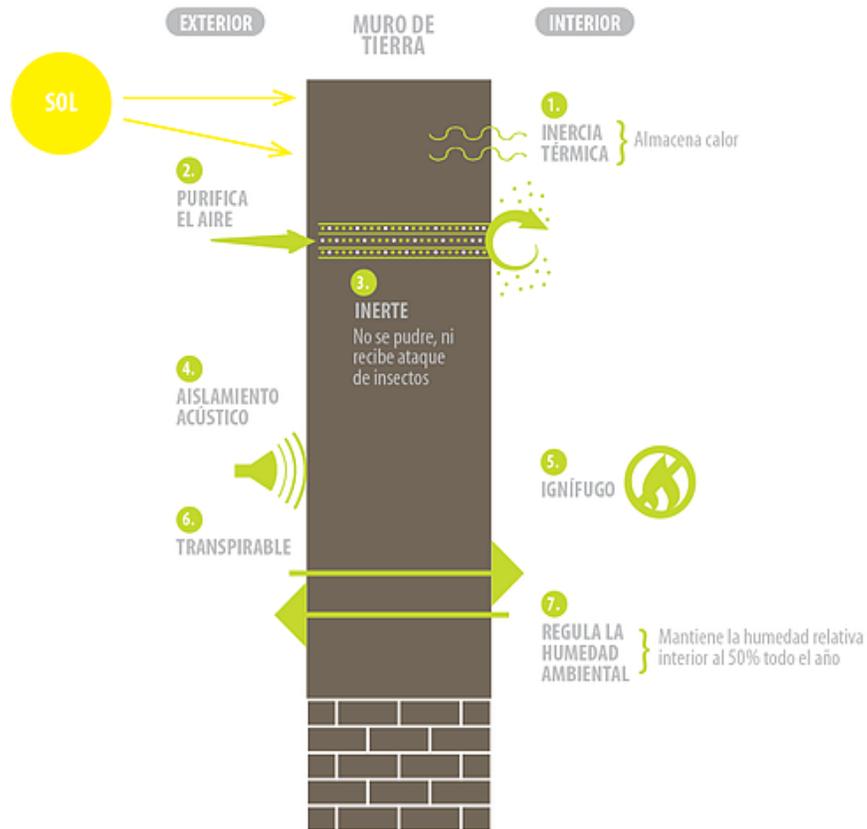


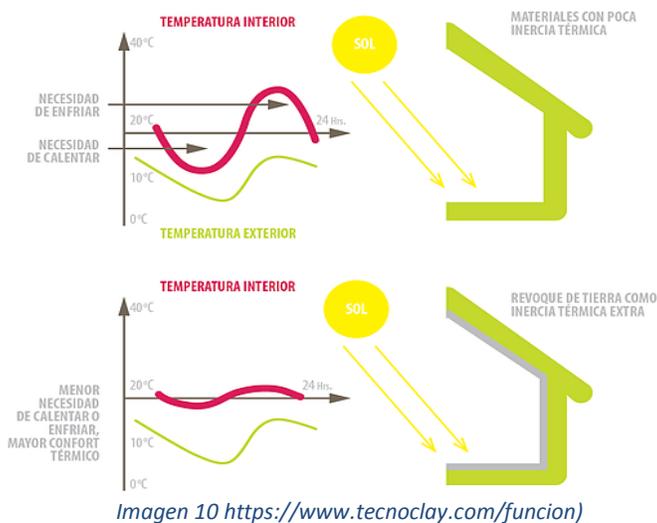
Imagen 9 (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

Inercia térmica:

La inercia térmica es la capacidad de absorber, almacenar y liberar energía térmica de manera progresiva. Complementa a la masa térmica de un material pesado logrando un mayor confort térmico en el interior de una vivienda, ya que absorbe más calor antes de llegar a su saturación térmica. Al perderse la fuente de calor libera esta energía lentamente manteniendo el confort térmico más estable.

La tierra es uno de los materiales con mayor inercia térmica gracias a las arcillas dentro del material. (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

EFFECTO DE LA INERCIA TÉRMICA EN EL CONFORT INTERIOR



Un material que "respira"

Esta característica de la tierra como material de construcción cumple dos funciones.

Por un lado, libera fácilmente la humedad excesiva que se encuentra dentro del material, logrando que los muros se mantengan secos y aumentando así la vida útil del edificio.

Por otro lado, los muros hechos de tierra permiten el paso de vapor de agua desde un ambiente más húmedo a uno más seco, balanceando la humedad dentro de los ambientes y aumentando así el confort interior.

(<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

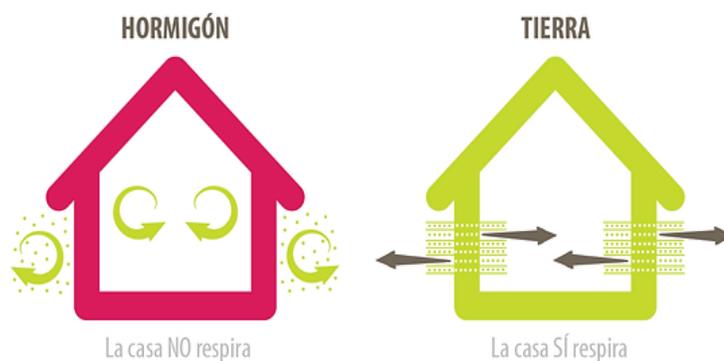


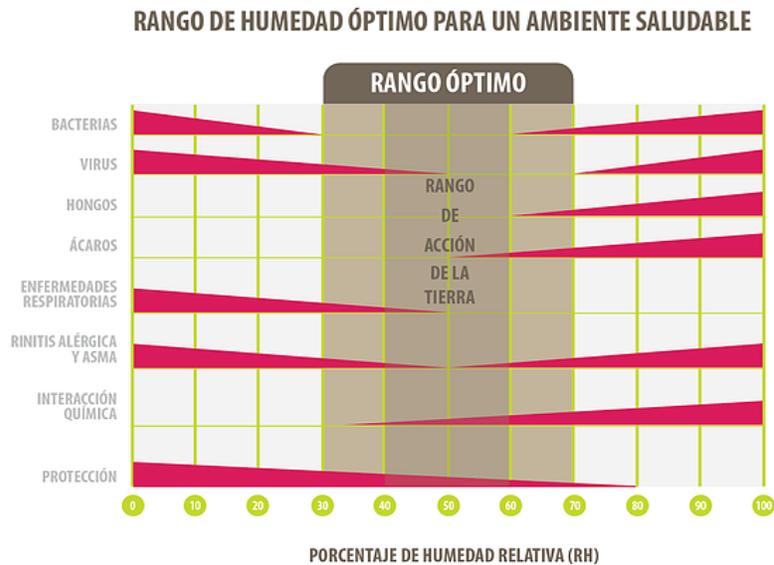
Imagen 11 <https://www.tecnoclay.com/funcion>

Regulación higrométrica del ambiente interior

Significa la capacidad que tiene la tierra de absorber la humedad del ambiente cuando esta sobrepasa un valor determinado y de devolver esa humedad cuando baja de otro valor determinado.

El rango óptimo de humedad relativa en un ambiente interior está entre el 30% y el 70%. Dentro de este rango de humedad relativa del ambiente se considera un ambiente interno sano para las personas y para la misma construcción.

La tierra logra regular la humedad entre un 40% y 60% de humedad relativa del ambiente interior (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)



Un estrechamiento de la banda roja indica una mejora en la calidad del aire interno.

Imagen 12 (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

2.2.8. Técnicas de construcción con tierra

Existen varias técnicas que se han utilizado a lo largo del tiempo en diferentes lugares del mundo, estas responden al tipo de tierra del lugar, al clima, a las condiciones

Las técnicas de construcción en tierra son muy variadas: doce métodos de construcción son presentados. Estas son clasificadas en función de la plasticidad del material tierra respecto a su aplicación en obra: seco, húmedo, plástico, viscoso o incluso líquido

TECNICAS	PLASTICIDAD
1 EXCAVAR	SOLIDO Y/O SECO
2 CUBRIR	
3 LLENAR	
4 CORTAR	
5 COMPACTAR	HUMEDO
6 MOLDEAR	PLASTICO
7 AMONTONAR	
8 MODULAR	
9 EXTRUDIR	LIQUIDO
10 DAR FORMA	
11 VERTIR	
12 APLICAR	

Imagen 13 Fabio Gatti, Barcelona 5 sep. 2012, P 22

Hoy en día, existen millones de variantes de técnicas constructivas en tierra, cada una con sus peculiaridades. Son doce métodos de construcción son presentados a continuación en la “rueda de las técnicas

Áridos, muy caliente o muy frío, una cubierta verde regula siempre la temperatura en el interior, debido a su inercia térmica. (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del relleno

Esta técnica consiste en llenar de tierra un encofrado perdido. La tierra rellena materiales huecos empleados como envoltura. (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del cortado

Esta técnica consiste en construir con bloques de tierra que son directamente recortados de la masa terrestre. La técnica se diferencia a segundo del tipo de tierra cortado. Normalmente en áreas tropicales donde hay suelos lateríticos existen cavas de bloques de tierra cortada. Mientras en las zonas donde el suelo no es lo suficientemente coherente, la gente ha utilizado tierra vegetal y césped (terrones) (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del compactado

BTC: La tierra fina y pulverizada, en estado húmedo, es comprimida dentro de prensas manuales o mecánicas. Tapia: La técnica consiste en rellenar un encofrado con capas de tierra de 10 a 15 cm compactando cada una de ellas con un pisón. El encofrado está compuesto por dos tablonos paralelos separados, unidos por un travesaño (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del moldeado

La tierra plástica es modelada con la mano para levantar muros por lo general delgados (véase trabajo del alfarero). Esta tecnología se utiliza mucho en África, para la realización de casas o graneros. Los ejemplos más bellos se encuentran en Camerún (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del amontonado

Se trata de una variante pobre del adobe. Los muros se construyen con ayuda de bolas o de panes de tierra, moldeados a mano, que se colocan o amontonan en patrones de masonería pero sin mortero (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del modulado

Los bloques de barro producidos a mano rellenando barro en moldes y secados al aire libre se denominan adobes. Se emplean diferentes tipos de moldes. La producción puede venir manualmente o mecánicamente (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del extrudido

La tierra es extruida por medio de una máquina extrusora. El equipo consiste en una sección de alimentación con dos cilindros que giran a la inversa mezclando y pasando el material a otra sección que contiene cuchillas rotatorias para mover y empujar hacia adelante el material. El material pasa por un tornillo sin fin que ejerce suficiente presión para forzar el material hacia afuera por la

boquilla del extrusor (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica de dar forma

Esta técnica consiste en “Dar forma” a la masa de tierra. Relleno: En las viviendas de entramado tradicional en Europa así como en las técnicas americanas, africanas o asiáticas de quincha, el barro se lanza en una en una estera de ramas, gajos, caña de bambú y se le da forma.

Cob: Bolas de tierra se lanzan sobre el muro. Aquí se compactan con los pies y se alisa la superficie exterior. (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

Técnica del vertir

La tierra vertida es como un hormigón de cemento y se trata de una tierra en estado líquido que se pone dentro de un molde y se deja secar (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P23-33)

2.2.9. Técnica del aplicar

La tierra es aplicada en pequeñas capas para proteger, rellenar un soporte y permitir un acabado decorativo y ornamental. Un revoque es una capa de mortero compuesto de una mezcla de tierra fina, arena y otros aditivos, aplicados en estado viscoso sobre la superficie de un muro, tabiquería o techo.

La gama de colores y texturas es variada, dependiendo de los áridos y los pigmentos empleados (arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P34)



Imagen
18 <https://es2latam.vc4a.com/blog/2020/09/11/tecnoclay-de-tal-barro-tal-arcilla>



Imagen 17 arch. Fabio Gatti, Barcelona 05 de septiembre 2012, P34



Imagen 15 arch. Fabio Gatti,
Barcelona 05 de septiembre 2012,
P34



Imagen 16 <https://www.tecnoclay.com/proyectos>

2.3. Aspectos generales en revoques

Cuando el hombre inicia el proceso constructivo, con fines de refugiarse de los fenómenos climáticos como también de los agentes biológicos, utilizó para ello diversos tipos de materiales que le proporcionó la naturaleza; además se vio en la necesidad de buscar opciones que de cierta forma le brindaran mayor protección a las edificaciones y le garantizaran un ambiente agradable.

Esto generó lo que actualmente conocemos como revoques, los cuales son elaborados de diversos materiales de acuerdo a los recursos disponibles con los

que la gente cuenta, con la finalidad de prestar una condición adecuada a las edificaciones contra los efectos de intemperie, humedad ambiental, insectos, hongos, etc. involucrando a su vez una serie de factores determinantes tales como resistencia a la erosión, abrasión, impacto, adherencia mecánica y química entre otros.

En general los enlucidos deben ser capaces de proteger una edificación, contra la acción conjunta de los diversos elementos antes mencionados, ya que estos casi nunca se presentan de manera aislada. Esta condición da la pauta que los enlucidos deben tener un comportamiento adecuado durante los distintos fenómenos ya que estos tendrán que soportar fuerzas de tensión, compresión, desgaste, etc.

Por ello en las construcciones de tierra, la protección que prestan los acabados es determinante, ya que aquí se propicia una acción erosiva producida por las lluvias, así como también un fenómeno de humedad debido al suelo y a su vez una disminución progresiva del muro por la presencia de los agentes biológicos. La elección del tipo de enlucido a utilizar en estos casos debe ser sumamente cuidadosa y tener como fundamento los resultados combinados de la experimentación empírica y de laboratorio.

Un buen revoque protector debe adherirse bien al soporte sin provocar la pérdida del material del muro, ser flexible para permitir la deformación del soporte sin quebrarse, ser impermeable a la lluvia, ser permeable al vapor de agua en el muro mismo, ser resistente a la helada y tener un color y textura compatibles con el entorno local.

Los revoques juegan un papel arquitectónico decorativo. La decoración es el vehículo de un sistema de valores de una cultura, y constituye la identidad de la comunidad, transmitiendo los símbolos necesarios al sistema moral y ético de un pueblo. La arquitectura tradicional de tierra es incomparablemente rica en este aspecto. La decoración es o bien estética, mágica o religiosa y destinada a conjurar las influencias demoníacas, o bien tiene un propósito funcional.

La estética de las edificaciones dentro de las comunidades rurales manifiesta en la mayoría de los casos un estatus social, por lo cual las personas se ven motivadas a revestir su vivienda logrando con ello no solo darle una apariencia agradable sino también la protegen a su vez de todos los actores que producen deterioro.

En los revoques interiores, se debe indicar que obtener superficies lisas y fáciles de limpiar, aparte de aspectos estéticos, contribuye a mantener la salud de los ocupantes, evitando la presencia de insectos dañinos, que se esconden en las oquedades de muros y techos, picando a los ocupantes en las noches.

En general, los revoques son elementos constructivos que recubren las estructuras portantes o los cerramientos de una edificación. Dentro de sus principales funciones están la de conservar, proteger los cerramientos, la ornamentación de fachadas e interiores, la de aislamiento (térmico y acústico), etc. Los revoques tienen tres renglones principales de aplicación: los muros, los pisos y los techos.

Los revoques encierran una gran gama de nombres con los que se conocen en diversas partes del mundo: acabado, enlucido, capas superficiales, guarnecidos, tendidos, estucos, aplacados, enfoscados

Los revoques cumplen un papel importantísimo a la hora de salvaguardar los principales elementos constructivos de una vivienda de tierra (los muros). Los muros pueden sufrir una gran variedad de deterioros por los cuales muchas de las veces llegan a su colapso o a una mínima parte en su masa. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p41, 42)

2.3.1. Revoques a base de tierra

Los revoques a base de tierra están compuestos principalmente por arenas y limo, con solo la cantidad de arcilla que sea necesaria (usualmente entre 5 a 12%) para activar la cohesividad y la adherencia. Es difícil establecer cuáles deberían ser las proporciones ideales para un revestimiento o revoque de tierra, ya que no solo influyen en las propiedades las proporciones de arena, limo y la arcilla, sino principalmente la granulometría de la arena, el contenido de agua, el tipo de arcilla, la forma de preparación, el tipo y la cantidad de los aditivos, etc. Por ese motivo es necesario hacer revoques de prueba con mezclas variadas para poder determinar cuál es la más adecuada. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p53)

Revoques exteriores

Los revoques exteriores expuestos a las inclemencias del tiempo deben ser resistentes a los cambios climáticos o deben protegerse mediante la aplicación de pinturas impermeables. Es importante en climas fríos que el revoque exterior

y la pintura tengan una buena resistencia a la difusión del vapor para que el agua condensada en el muro pueda ser fácilmente transportada hacia el exterior. El revoque exterior debe ser más elástico que la superficie donde se aplicó para poder resistir influencias hídricas y térmicas sin que aparezcan fisuras. Por lo general en climas fríos no se recomiendan revoques externos de barro a menos que se cuente con un adecuado alero, protección del zócalo y una buena pintura impermeable. Debido a que los bordes de los muros revocados se dañan con facilidad estos deben redondearse o protegerse con un elemento rígido. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p54)

Revoques interiores

Los revoques interiores de tierra son menos problemáticos que los exteriores y usualmente no crean problemas si presentan pequeñas fisuras ya que estas pueden ser selladas con pintura. Las superficies para revoques pueden ser alisadas después del secado con una brocha previamente empapada de agua. Si la superficie requiere un revoque con un espesor mayor a 15 mm entonces se aconseja aplicar el mismo en dos capas, la primera capa debe contener más arcilla y agregados gruesos que la segunda. Si en la primera capa aparecen fisuras de retracción no es problemático debido a que estas proveen al revoque final con una mejor adherencia. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p54)

2.3.2. Protección y mantenimiento de los revoques con tierra

La protección y mantenimiento de los acabados y revoques es un punto fundamental ya que alargan la vida útil del muro los mismos son los componentes constructivos que se encuentra más expuesto, y sobre todo, en la

protección para los componentes constitutivos fundamentales de la edificación de una vivienda

El aceite de linaza, el aceite de girasol, el aceite de coco y los residuos del prensado del aceite de oliva son muy eficaces para promover la estabilización al agua aunque disminuyen notoriamente la capacidad de difusión de vapor de la mezcla de tierra.

Los productos de origen animal que se han utilizado históricamente son el cebo de caballo y burro, caseína, y estiércol. Al utilizar la tierra aditivada con estiércol es necesario dejar reposar la mezcla, entre 1 y 7 días

Las sustancias provenientes de productos vegetales, llamadas mucílagos, como savias de algunas plantas oleaginosas, plantas con contenido de látex tales como sisal, agave, cactus (opuntia), banano y euphorbia herea, usualmente en combinación con cal sirven como estabilizador contra el agua.

El almidón (harina de trigo o centeno) cocido y las melazas también se utilizan para aumentar la estabilidad al agua.

La cal aérea (hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$) sirve como estabilizador contra el agua si existe suficiente humedad, lo que provoca el intercambio entre los iones de calcio de la cal y los iones metálicos de la arcilla. Como resultado, ocurren aglomeraciones de las partículas finas que evitan la penetración del agua. Sin embargo es muy importante cuidar las proporciones de la cal agregada, según estudios la resistencia a la compresión descende con valores menores al 5% de este agregado.

El silicato de sodio (Na_2SiO_3) es un buen estabilizador para barros arenosos, pero debe ser rebajado con agua en una proporción 1:2 a 1:8 antes de añadirlo, de lo contrario aparecerán micro fisuras que provocan una fuerte absorción de agua. (Blanca Bozzano Ciavaglia, 2017. P30)

Engrudo.-Se pueden hacer de harina de centeno o de trigo (no harina integral), se mezcla 1 parte de la harina molida con 2 partes de agua fría y se revuelve bien hasta que no aparezcan grumos. Esta preparación se cocina en 6 partes de agua hirviendo, batiendo constantemente, hasta que densifique y quede translúcida. Luego se pasa por un tamiz para obtener una masa sin grumos que se la mezcla con el revoque de tierra. Se puede añadir en la mezcla entre un 2 y un 3% del mismo. (Minke, g., 2013, p24, 27), (Minke, g., 1994, p114)

También es muy eficaz la combinación de OTROS productos

También es muy eficaz la combinación de productos de origen mineral y animal, tales como la cal, la orina, y o el estiércol. Algunos ejemplos son.

- la cal con el almidón (engrudo)
- la cal con el mucílagos
- la cal con aceites (de linaza, de girasol y de coco)
- la cal con el estiércol

Por otro lado, reiterando lo citado, la modificación de la distribución granulométrica de la arena u el limo logra incrementar la impermeabilidad de la mezcla. Comparativamente se ha verificado que una mezcla con la misma proporción de arcilla pero con más arena gruesa que arena fina y limo, responde

mejor a la erosión producida por la humedad (Blanca Bozzano Ciavaglia, 2017. P30)

2.3.3. Estabilización por impermeabilización

Consiste en envolver las partículas de arcilla por una capa impermeable, volviéndolas estables y más resistentes a la acción del agua, al prevenir que esta alcance los minerales de arcilla y provoque su expansión.

Las sustancias que históricamente han mostrado mejores resultados como “repelentes” son las grasas y aceites tanto de origen fósil, como vegetal o animal, según la disponibilidad regional. También es común utilizar otros impermeabilizantes de origen mineral e industrial. (Blanca Bozzano Ciavaglia, 2017. P30)

2.4. Función en revoques, pinturas y otros

2.4.1. Revoques

Los revoques se realizan mediante una superposición de capas en estado plástico que varían en su espesor y proporción relativa de sus ingredientes, y que al fraguar, quedan adheridas al soporte (pisos,



Imagen 19<https://www.tecnoclay.com/proyectos>
paramentos o cubiertas). El principio general consiste en la aplicación de por lo menos dos capas superpuestas. A estas capas se las denomina, según su función y características, revoque grueso (revoque base) o revoque fino (revoque superficial)

El revoque grueso (revoque base) sirve para emparejar desniveles y para crear una superficie homogénea, el mismo se aplica sobre el componente constitutivo de la edificación (sistema constructivo).

El revoque fino (revoque superficial) sirve para darle la terminación deseada a la edificación. La superficie debe estar libre de fisuras después del secado del revoque grueso, si aún existen fisuras debe apretarse, frotarse, o sellarse de cualquier otra forma la superficie. (Blanca Bozzano Ciavaglia, 2017, P 45-46)

2.4.2. Cambios y características

Por incompatibilidades del diseño, o en el caso de que la geometría no sea suficiente, existen otros métodos de conservación de las construcciones en tierra. El agrietamiento del muro puede suponer una gran vulnerabilidad y generar que el muro se deteriore con más rapidez. (Josune Hernández pocero, 2016, p27)

Capas de sacrificio en los revoques.

Es una estrategia que llevan a cabo en muchos lugares de clima tropical antes de que llegue la época de lluvias. Pero es un método que requiere de un mantenimiento constante. Uno de los ejemplos más sorprendentes es el de la Mezquita de Mali, en África. Se trata de todo un ritual en el cual participa todo el pueblo y revisten, como cada año, la Gran Mezquita de Djenné en Mali, antes que llegue la época de lluvias. Aplican una mezcla de masa plástica compuesta de estiércol de vaca, tierra y paja seca de los cultivos de arroz, (30-60 cm de largura) la cual dejan fermentar durante tres semanas. (Josune Hernández pocero, 2016, p27)

Tipo de grosor de capas de revoque

El revoque es un acabado que se le puede aplicar a las construcciones en tierra. Esta capa debe proporcionar a la pared de tierra durabilidad e impermeabilidad. Es importante el uso de materiales compatibles, elásticos, permeables al vapor, y que se adhieran bien a la superficie (mallas en el caso de que fuese necesario). Por lo general el revoco está compuesto de tierra con diferentes añadidos naturales. Antes de colocar el revestimiento se debe limpiar la superficie, mojar y escarificar (textura o grabado). Es conveniente colocar varios revestimientos superpuestos, preferiblemente colocar entre uno a tres, cada capa con diferente composición y espesor. La primera dependiendo del sistema puede ser entre 2,0 cm y 2,5 cm. La segunda no debe sobrepasar 1,0 cm y la última que debe ser casi líquida como una lechada, tapa las fisuras y microfisuras, brindando el acabado final y en ella puede colocarse un impermeabilizante natural y el color (mineral si se desea) como acabado. Para la preparación de la última capa del revestimiento se usan fibras naturales o diversos aditivos que mantengan la humedad en el proceso de secado, disminuyendo la retracción (Josune Hernández pocero, 2016, p27)

2.4.3. Funciones de un revoque de tierra

La tierra es el material que reúne la mayor cantidad de funciones y ventajas dentro de un revoque de tierra

Regulación higrométrica en relación al espesor del revoque

La capacidad de un revoque de tierra de regular la humedad relativa de un ambiente interior depende del espesor del revoque. Ya desde un espesor de 5mm se siente un efecto positivo en el confort interior. El espesor para una óptima regulación higrométrica se da entre 20mm y 25mm de espesor de un revoque de tierra.

Esta es una gran ventaja, ya que se logra mejorar el confort de un ambiente interior aumentando un revoque de tierra entre 10mm y 25mm. Esto incluso en ambientes construidos con materiales que no “respiran”, como ladrillo cocido o bloque de concreto. (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

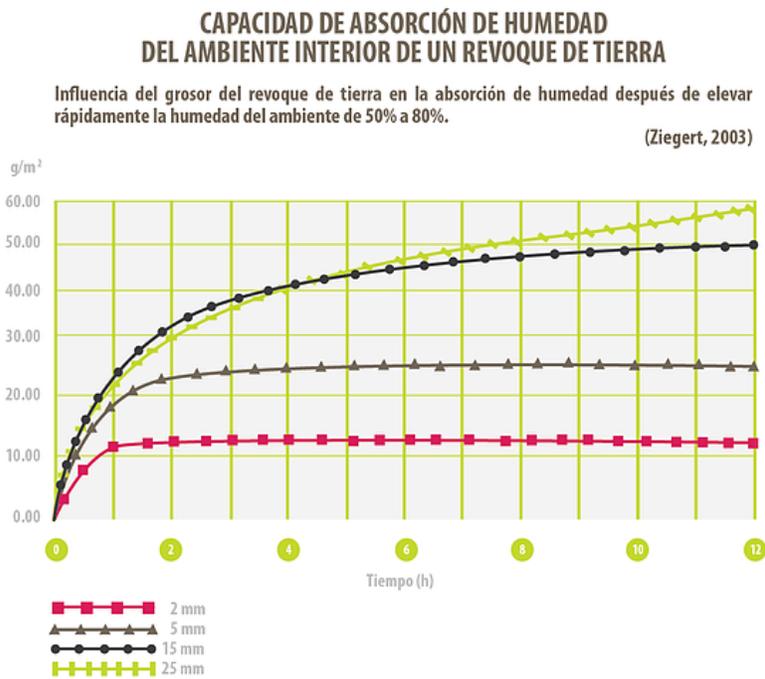


Imagen 20 <https://www.tecnoclay.com/funcion>

Comparación de materiales en la regulación higrométrica

Los revocos de tierra en interiores son de los materiales con mayor capacidad de regulación higrométrica. Logran absorber rápidamente el exceso de humedad que llegue a producirse dentro de un ambiente interior y lo devuelven una vez esa fuente de humedad excesiva desaparece. Purificación del aire en ambientes interiores

Durante el proceso de regulación higrométrica un revoque de tierra absorbe elementos tóxicos disueltos en el aire, logrando un ambiente interior más sano.(<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

COMPARACIÓN DE VARIOS MATERIALES DE REVOQUE INTERIOR

Reacción de varios materiales de revoque a los cambios de humedad relativa del ambiente. Durante el experimento la temperatura se mantuvo constante, en cierto momento se elevó la humedad relativa del ambiente de 50% a 80% y 12 horas después se redujo nuevamente al 50%. (Eckermann u Ziegert)

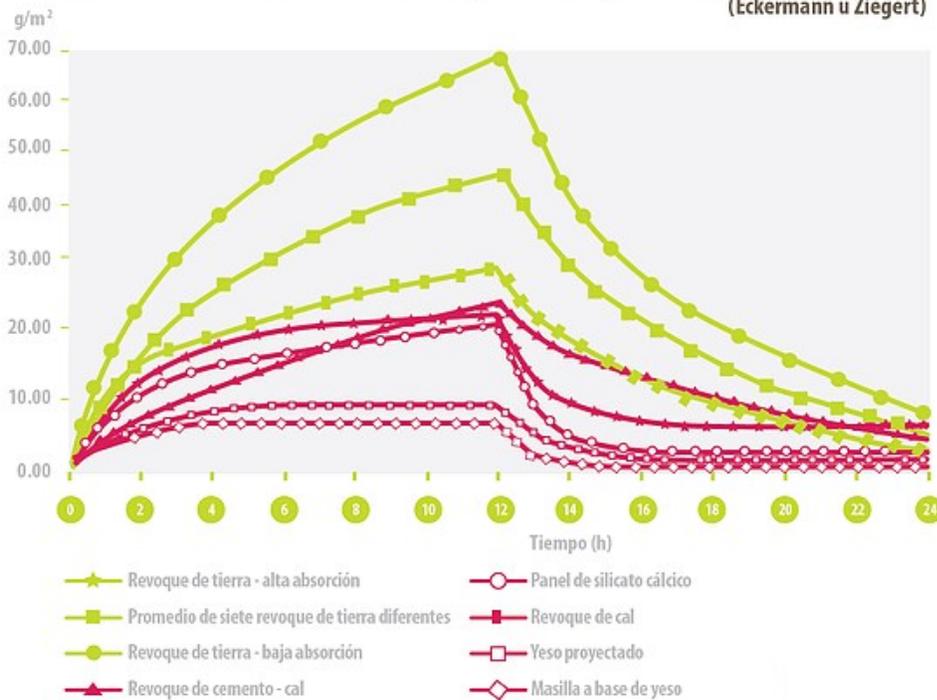


Imagen 21 <https://www.tecnoclay.com/funcion>

Iones negativos y el confort interior

La tierra libera iones negativos hacia el ambiente interior. Estos tienen un efecto positivo en la salud de las personas al contrarrestar los iones positivos generados por aparatos eléctricos.

También ayudan a eliminar partículas nocivas para la salud que se encuentran suspendidas en el aire, como elementos alérgenos o micro partículas de polvo o plástico. (<https://www.tecnoclay.com/funcion>)

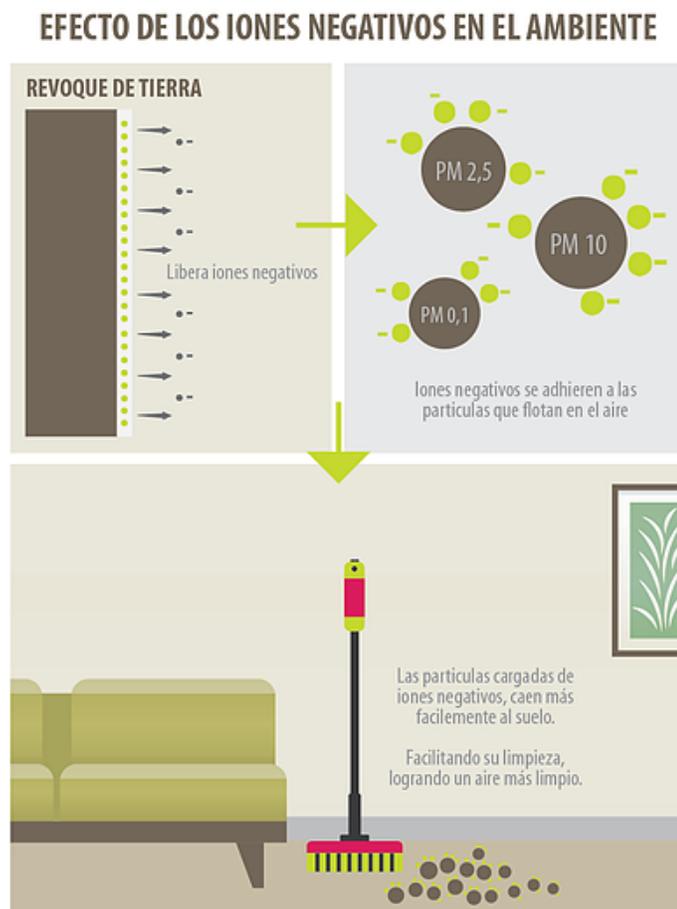


Imagen 22 <https://www.tecnoclay.com/funcion>

2.4.4. Uso del color en los revoques

El color puede ser percibido de manera distinta de una persona a otra, de allí su complejidad en su correcto uso. Mucho tiene que ver la personalidad de la persona, su estado de ánimo, su cultura y

la influencia de luz que la superficie que emana el color posee.

Existen una gran gama de colores que son aplicables sobre superficies lisas o porosas, siendo en este caso específico, la aplicación sobre los revestimientos de arquitectura de tierra principalmente.

Aun con esta amplia gama de colores, resulta delicado el aspecto de aplicar un



Imagen 24(Diversas tierras y pigmentos naturales



Imagen 23pigmento aplicado en el interior de una vivienda

color o imponerlo dentro de una comunidad que difícilmente llega a utilizar el mismo dentro de sus construcciones habitacionales.

Mucho más dificultoso resulta el saber que es una comunidad entera la que será intervenida visualmente, debido a las influencias socioculturales que las personas

puedan tener. Si a esto se suma el factor de la personalidad que difiere de persona en persona y su estado de ánimo, se percibe que la aplicación de un

color hacia una superficie revestida debe contemplar el análisis de todos los factores que influyen en él. Asimismo, no se puede proponer una gama de colores que surja de un estudio eminentemente teórico y técnico, ya que como anteriormente se dijo, el color es percibido desde el punto de vista social y desde el punto de vista individual; lo que indica que el colorido puede influenciar en estados de ánimo, envolviendo a las personas en una actitud activa o pasiva con solo cambiar la vista de una casa a otra.

Tampoco es correcto dejar abierta la elección de color por parte de cada una de las personas, ya que podría llegarse a detectar, como en muchas comunidades, una evidente contaminación visual, que en lugar de formar una analogía o un ordenamiento por contrastes o degradaciones, forman un impacto visual que cansa la vista y que puede llegar a ser agobiante el caminar en medio de casas que posean dicho desorden visual.

Es por eso que la recomendación que se da después de un estudio preliminar, es la elección de una cantidad de colores que formen una gama variada en donde las personas elijan según su personalidad o por la percepción visual que estas tengan hacia ciertos colores. Claro está que para la elección de esta gama de colores, se necesita tomar en cuenta las opiniones de los habitantes de la comunidad mediante una metodología bien definida que pueda ayudar a relacionar los resultados con los demás factores técnicos que se deben de tomar en cuenta.

Dichos factores técnicos radican en la importancia de hacer que un espacio parezca más grande o más pequeño de lo que es, la importancia de aplicación

de colores acordes a las fachadas Norte, Sur, Este y Oeste, la posibilidad de transmitir una motivación con dichos colores y la más importante; la percepción de un ordenamiento estético formal que pueda ser percibido a simple vista. Los colores se ven influenciados por el ambiente que los rodea; no es lo mismo aplicar un verde oscuro en una casa rodeada de bosque, que en una casa de ciudad rodeada de otras edificaciones. Los colores son percibidos de distinta forma de persona en persona, de allí nuestro agrado hacia cierto colorido. A una persona, el rojo puede motivarle y a otra puede producirle cansancio. No se percibe igual un amarillo en una tarde fría que en una tarde calurosa.

En fin, el cuidado que se debe tener al introducir un color en una comunidad no es tan fácil como parece, es necesario tomar en cuenta los factores socioculturales, entorno ambientales, económicos y técnicos, entre otros; para no caer como ya se indicó, en una contaminación visual y en un desordenamiento estético formal de una comunidad. Asimismo, el resultado de la aplicación en masa de colores que contengan ciertos aspectos comunes como analogías, contrastes, composiciones, etc. Y que tomen en cuenta dichos factores es bastante agradable y contiene un aspecto de ordenamiento visual, higiene y que refleja los sentimientos que una comunidad determinada pueda tener.

En arquitectura el color contribuye a la aceptación o rechazo de la obra. El color es aquel aspecto de la apariencia de objetos y luces que dependen de la composición espectral de luz que llega a la retina del ojo y de las variaciones de

esta composición en tiempo y espacio. Es un aspecto de las percepciones visuales. (Javier Quiñónez guzmán, año 2006, p61)

2.4.5. Colores y terminados en revoques de tierra

Análisis de proporciones ideales de colorantes y de la gama posible de colores que se pueden utilizar. Estudio de la posibilidad de añadirle colorantes naturales a la mezcla de revoques a base de tierra para lograr conseguir una mejor acabado estético que a la vez nos brinda terminados estéticos agradables y mejora la calidad de vida por las propiedades que brinda la tierra para su aplicación en revoques naturales y que son más saludables para el usuario

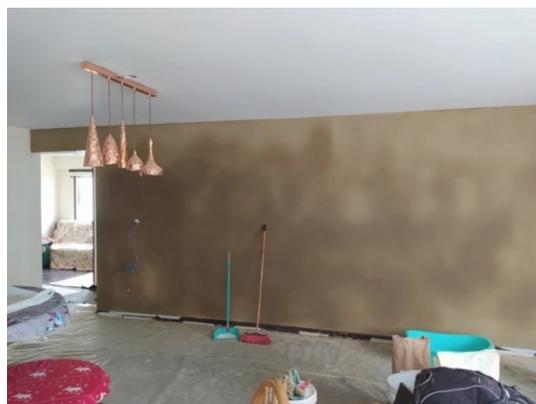
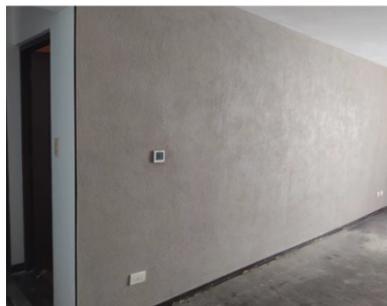


Imagen 25 <https://www.tecnoclay.com/proyecto>

MARCO TEORICO EXPERIMENTAL

III

MARCO EXPERIMENTAL III

3.1. Marco experimental

3.1.1. Fase del proyecto

Dentro de un análisis encontramos que el proyecto tiene como fin, trazar una alternativa en la construcción y autoconstrucción de revoque en muros interiores a través del uso de la tierra como elemento de protección, que enfoque hacia vivienda saludable, amigable de bajo costo, en el transcurso de su proceso encontramos que este trabajo de investigación cumple diferentes fases, de los cuales son de carácter exploratorio y experimental.

La metodología para el proceso de la investigación se encuentra en diferentes fases, las cuales cumplen al seguimiento de las etapas de evaluación, con el fin de obtener una visión más clara del proceso de investigación del proyecto, que a su vez llevar a cabo el cumplimiento de nuestros objetivos trazados.

3.1.2. Fase del proceso de investigación bibliográfica

Durante el desarrollo de esta fase se realizó una valoración de criterios en cuanto al planteamiento de dicho problema que diera una posible solución en cuanto a la calidad de vida y materiales más económicos se refieren aspectos que se observaron desde un punto de vista más saludable y ecológico que a su vez puedan aplicar en la autoconstrucción

En el desarrollo de la investigación del proyecto consistió en la recolección de datos tanto bibliográficos como de pruebas campo relacionado a nuestro tema

de investigación encaminado en los estudios que hoy se tienen con respecto a nuestro proyecto como nuevos materiales para la construcción; avances tecnológicos realizados en otros países del mundo con diferentes criterios que a la vez se fueron analizando Que nos permitió ejecutar la estructuración de nuestro proyecto. (Revisión bibliográfica)

3.2. Intervención y estudio de extracción de materia prima

3.2.1. Zona de estudio; departamento de Tarija provincia cercado

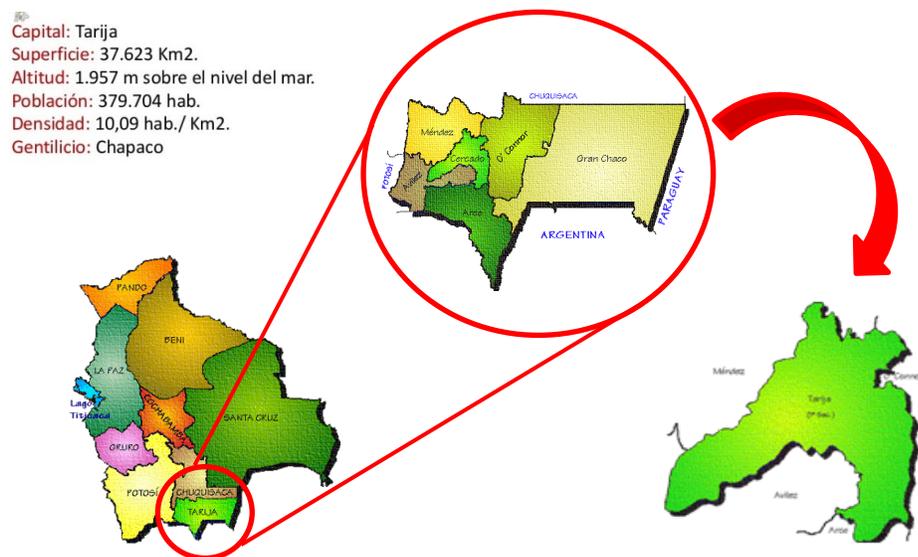


Imagen 26 elaboración propia

Ubicación geográfica

la provincia cercado de Tarija es una de las 6 provincias en las que se divide el departamento de Tarija, al sur de Bolivia. Está ubicada en el centro-oeste del departamento. limita al norte, noroeste y oeste con la provincia Eustaquio Méndez arenas, al este con la provincia del general Francis Burdett o'connor, al sureste con la provincia de Aniceto arce Ruiz, al sur y suroeste con la de provincia del general José maría avilés. su capital es la ciudad de Tarija

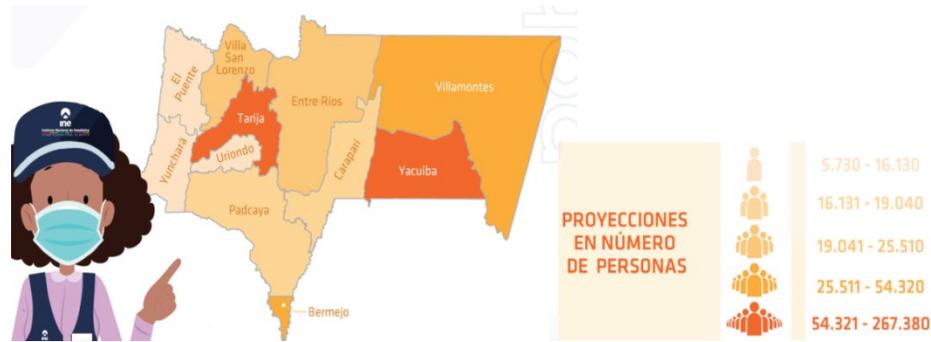


Imagen 27INE

La mayor concentración de población del departamento de Tarija se encuentra en el municipio de Tarija y Yacuiba con el 63,5% en tanto el restante con el 36,5 % que se distribuye en los demás municipios

3.2.2. Visita al campo y recolección de muestras

El trabajo de campo se realizó en diferentes zonas de la ciudad de Tarija teniendo en cuenta que la mayor parte de suelo es arcilla se detectó 5 zonas determinando el tipo de suelo y la cantidad de viviendas que están sin concluir su construcción que no cuentan con un revoque en el interior



Imagen 28elaboración propia

que existe en el lugar

En los barrios se contactó a los pobladores quienes hablaron sobre su conocimiento acerca de revestimientos de viviendas de una manera parcial o total., lo cual permitió lograr un mejor conocimiento en el trabajo de campo. La

información se obtuvo mediante la observación, la entrevista, la inspección y por muestras de material y fotografías de los lugares visitados.



Imagen 29 elaboración propia

Las zonas detectadas para realizar las muestras recolectadas para realizar los ensayos de laboratorio son: morros blancos, le constructor, el barrio bolívar, el tejar, los sauces

3.2.3. Formación e identificación del muestreo

Para poder dar una solución coherente a las problemáticas que aparecen con las construcciones en tierra debemos antes conocer a fondo el material, sus características y comportamientos, para conseguir conclusiones más certeras.

El suelo es un sedimento de roca y de ser vivo, mezcla inorgánica y orgánica, con pequeñas cantidades de agua y aire. La formación del suelo es un proceso que tarda millones de años en producirse, en el cual, la roca, va desintegrándose desde guijarros hasta componentes más pequeños como la arena o la arcilla. Dependiendo del tipo de roca y del clima, las características físico-químicas del suelo pueden ser muy diversas (Josune Hernández pocero Barcelona, 5 de julio de 2016, p8)

Dentro de las zonas visitadas tomadas como base para esta investigación se recolectaron muestras para determinar la dosificación más recomendable tomando en cuenta las muestras de suelo de cada zona para analizar mediante pruebas (caseras; laboratorio)

3.3. Características y defectos de la muestra antes de evaluar un revoque

3.3.1. Defectos en los revoques

Los principales defectos que se detectan en los revestimientos interiores son:

- erosión de la superficie (viento, lluvia, sol, raspado y ataque de insectos y humanos)
- derrumbamientos parciales (falta de adherencia, exceso de rigidez, reflejo del muro base, impacto)

- condiciones insalubres (humedad, insectos, hongos)

3.3.2. Características para evaluar un revestimiento de una vivienda

En la interacción muro-revestimiento se puede producir desgaste, fisuración, filtración, esfuerzo cortante entre capas y conjuntamente con otros factores, producen un defecto determinante en la adherencia del muro y el revestimiento.

Los aspectos que se consideran más importantes de evaluar son:

- fisuración (es función de la contracción, del módulo de elasticidad y la resistencia a la tracción)
- impermeabilidad (es función del coeficiente de capilaridad y permeabilidad al agua)
- adherencia (depende del muro y del revestimiento)

(Javier Quiñónez guzmán, 2006, p87)

3.3.3. Caracterización de la muestra

En el recorrido realizado por las zonas (morros blancos) se recolectaron muestras de materiales (arcilla, arena y limo) de los cuales nos sirvieron para los ensayos y caracterización que se realizó en el laboratorio

3.4. Ensayos de laboratorio

3.4.1. Gravedad específica

Este ensayo consiste en el peso respectivo de un material (suelo) con relación a otro tomado como base el agua.

- Se utilizan dos matraces de capacidad de 500 ml.
- 70 gramos de material
- Se pesan dos matraces vacíos. (W_m)

- Se pesa el matraz más suelo seco (W_s).
- Se agrega agua al matraz con suelo seco hasta un límite que permita agitar la mezcla y expulsar los vacíos que pueda tener el material agitando el matraz por 5 minutos.
- Se llena el matraz con material y agua hasta la capacidad nominal y se toma el peso. (W_{mw})
- Se pesa el matraz agregándoles agua a la capacidad nominal del matraz, en este caso 500 ml. (W_w)
- Se hace una relación de todas las variables antes mencionadas de la siguiente forma:

$$GS = W_s / (W_s + W_{mw} - W_{msw})$$

En donde:

GS = Gravedad específica del material.

W_s = Peso del suelo seco

W_{mw} = Peso de matraz mas agua

W_{msw} = Peso del matraz mas suelo mas agua.

(Javier Quiñónez guzmán, 2006, p88)

Ensayos para sacar la gravedad específica



Imagen 31 elaboración propia pesando el matraz vacío



Imagen 30 elaboración propia pesando el matraz con contenido de agua



*Imagen 32 laboraci3n propia
vertiendo la mezcla hasta 500ml*



*Imagen 33 laboraci3n propia pesando
el matraz con contenido de la muestra*

3.4.2. An3lisis granulom3trico por el m3todo del hidr3metro

Este ensayo sirve para determinar los porcentajes de granos que posee la muestra del material.

El ensayo del hidr3metro se realiza de la siguiente manera

- se toman exactamente 70 gramos de suelo secado al horno y pulverizado y se mezclan con 125 ml de soluci3n al 4% de NaPO_3 . Una soluci3n de 4% de meta fosfato de sodio puede hacerse mezclando 40 g de material seco con suficiente agua hasta completar 1000 ml. La soluci3n debe ser siempre fresca y en ning3n caso haber sido preparada con un mes de anterioridad.
- Dejar asentar la muestra de suelo cerca de una hora (la ASTM sugiere 16 horas para suelos arcillosos, pero esto generalmente es innecesario). Transferir la mezcla al vaso de una m3quina batidora y mezclarlo 1 minuto.
- Transferir el contenido del baso a una probeta graduada de 1000ml.
- Se toma un tap3n de gaucho y se tapa la probeta para agitarla cuidadosamente por 1 minuto, poner sobre la mesa el cilindro, remover el tap3n, inmediatamente insertar el hidr3metro y tomar lecturas con los siguientes intervalos de tiempo: 3, 5, 15, 30, 60, 300 y 1440 minutos

- Las lecturas que deben tomarse serán por las dadas por el hidrómetro y la temperatura correspondiente.
- Con los datos obtenidos en las lecturas se procede a los cálculos que no se describen por ser muy extensos.

Aproximadamente el ensayo dura 24 horas por lo que el avance es lento. (Javier Quiñónez guzmán, 2006, p89)



*Imagen 35 elaboración propia
mesclando la muestra*



*Imagen 34 elaboración propia
transfiriendo la mezcla en el tubo de
ensayo*



*Imagen 37 elaboración propia
transfiriendo la mezcla a la probeta*



*Imagen 36 elaboración propia
transfiriendo agua hasta llegar a
1000ml*



*Imagen 38 elaboración propia
transfiriendo toda la mezcla a la
probeta*



*Imagen 39 elaboración propia
introduciendo el hidrómetro en la
muestra*

Análisis granulométrico

Este ensayo tiene la finalidad de clasificar el suelo por los diferentes porcentajes que contenga de los diferentes diámetros de suelo existentes dentro del mismo. El ensayo genera porcentajes de arenas, limos y arcillas que el suelo contiene



Imagen 40 elaboración propia granulometría de la muestra

3.4.3. Límites de atterberg

Este ensayo sirve para determinar los límites de Atterberg en suelos líquido y plásticos, es el siguiente:

Primero se calcula el límite líquido:

- Se toman unos 100g de material que pasa por la malla No. 40, se colocan en un recipiente y con una espátula se hace la mezcla pastosa, homogénea adicionando una pequeña cantidad de agua durante el mezclado. Esta mezcla se deja húmeda por 24 horas para luego seguir con el ensayo. (Esto último se hace con el fin de que todas las partículas de suelo queden húmedas y que no haya ninguna irregularidad con el ensayo)
- La mezcla se coloca un poco con una espátula en la copa de Casagrande en forma de torta alisada con espesor de 1cm

- El suelo colocado en la copa de Casagrande luego se hace un surco con el acanalador de Casagrande alternativamente en suelos poco plástico se suele utilizar el acanalador hueco de horangi y en suelos turbosos el acanalador ASTM
- Una vez situada la cuchara en la maquina se procede a su golpeo de una altura de 1cm con una cadencia de dos golpes por segundo hasta que los labios del surco se unan por el fondo a una distancia de 13 mm Si la ranura no se cierra a los entre los 15 y 35 golpes, se recoge el material de la copa, se añade agua y se vuelve a mezclar, o sea seca la muestra hasta que alcance una consistencia dentro de este intervalo
- La humedad que tenía la muestra se determina por medio de una termo balanza introduciremos en la misma un porción entre 10 o 15 gramos de masa tomados del fondo de 6.- la cuchara y se procede a introducir la muestra en el aparato donde calcula el porcentaje en seco y la cantidad de humedad
- Todas estas operaciones se repiten con otras muestras cuya humedad este por encima del límite liquido
- Luego de realizar las operaciones se unes dos o tres puntos marcados por un intervalo entre 6 y 20 con una línea recta que se señala el punto medio esto se repite para dos a tres puntos
- Dentro del intervalo de 15 a 35 golpes

- Se conectan los dos puntos medios con una línea recta que se llama curva de fluidez. El contenido de humedad indicado por la intersección de esta línea con la de los 25 golpes es el límite líquido del suelo buscado.
- En relación del número de golpes y el contenido de agua representada a escala logarítmica en una línea recta en cual el límite líquido puede ser obtenido por cualquier punto de curva

$$L.L. = w(N/25)^{0.121}$$

En donde:

L.L. = Límite líquido calculado del suelo.

W = Porcentaje de humedad arbitraria del suelo con respecto al peso seco.

N = Número de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de Casagrande correspondiente a w.

Como fines más prácticos para determinar el límite líquido en el laboratorio consiste en el estado del material en que el surco creado con el canalador de Casagrande tiene que tener un rango de 15 a 35 golpes y ver que la ranura se cierre a 13mm en el conteo de golpes del rango mencionado

Después de realizar el límite líquido de las muestras se realiza el cálculo del límite plástico el proceso es el siguiente:

El límite plástico se define por la cantidad de humedad de la muestra que contiene y con la muestra seca cuando se lleva al horno en el cual el suelo pasa de estado semisólido a estado plástico para determinar el estado plástico generalmente se usa el mismo material utilizado para a ser el límite plástico que es fácilmente moldeable se saca una pequeña muestra y se comienza a

rodillarse con la mano o encima de un papel aplicando la suficiente presión a efecto de formar filamentos

Cuando el diámetro del filamento es 3.17mm sin romperse se deberá juntar la mezcla de nuevo y a ser el mismo procedimiento hasta que se produzca un rompimiento de filamentos hasta alcanzar 1/8" de diámetro. Los suelos que no pueden rodillarse con ningún contenido de humedad se consideran como no plásticos (N.P) cuando al rodillar el suelo se rompe el filamento se toma todos los pedazos se pesan y secan al horno y se vuelve a pesar en seco para determinar la humedad correspondiente al límite plástico

$$L.P. = \frac{(P_h - P_s)}{P_s} * 100 = \frac{P_w}{P_s} * 100$$

Dónde:

L.P. = humedad correspondiente al límite plástico en %

P_h = Peso de la muestra húmeda en gramos.

P_s = Peso de la muestra seca en gramos.

P_w = Contenido de agua en la muestra en gramos.

El límite plástico es afectado drásticamente con el contenido orgánico del suelo ya que eleva su valor simultáneamente al límite líquido. Por lo tanto el suelo que contenga contenido orgánico tiene bajo índice de plasticidad pero si altos índice de límites líquidos

La determinación de los límites anteriores se hace con el fin de determinar el índice de plasticidad de las muestras recolectadas para describir el concepto general y sus cálculos

Se denomina índice plástico (IP) a la diferencia numérica que hay en el límite líquido y plástico e indica el margen de humedad que se encuentra el límite plástico

Comparando el índice de plasticidad con el que marcan las especificaciones respectivas se

Puede decir si un determinado suelo presenta las características adecuadas para cierto uso.

Ensayos con los límites de atterberg:

Ensayo para determinar el límite de atterberg (líquido)



Imagen 43 elaboración propia moliendo la muestra



Imagen 42 elaboración propia tamizando la muestra



Imagen 41 elaboración propia tamizando de todas las muestra



Imagen 45 elaboración propia mezclando la muestra para que quede homogénea



Imagen 44 elaboración propia vertiendo la mescla en la copa de casa grande



Imagen 46 elaboración propia realizando el surco con el acanalador de casa grande



Imagen 47 elaboración propia realizando el conteo de golpes

Ensayo para determinar el límite de plasticidad



Imagen 49 elaboración propia ensayo para el límite de plasticidad



Imagen 48 elaboración propia vertiendo la muestra en una tara



Imagen 50 elaboración propia pesando la tara vacío y con la muestra



Imagen 51 elaboración propia poniendo la muestra en el horno

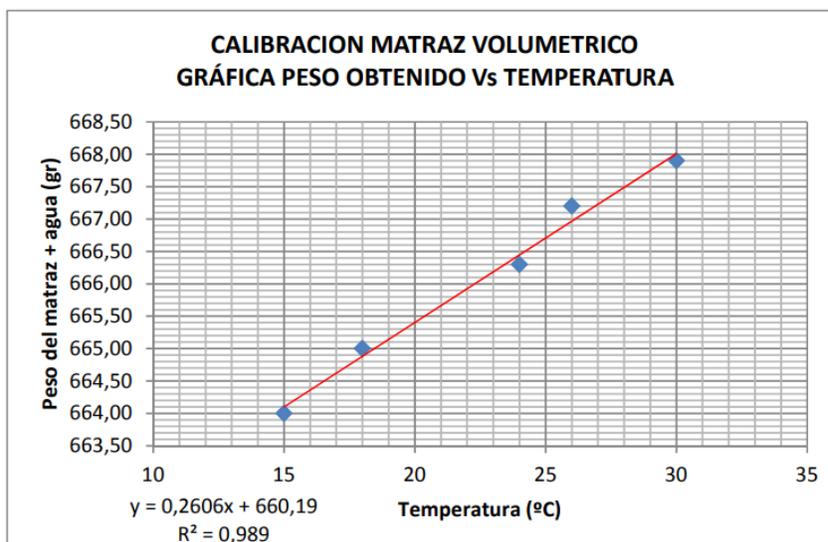
Realizado solamente para suelos plásticos (arcillas, arena y algunos limos), con la finalidad de obtener el índice de plasticidad y los diferentes límites en su clasificación

3.5. Resultados de las pruebas de ensayo

3.5.1. Peso específico

Numero de ensayo	1	2	3	4	5	Promedio
Temperatura ensayada °C	28.00	27.00	25.00	19.00	15.00	
Peso del suelo seco W _s	75.20	75.20	75.20	75.20	75.20	
Peso del frasco + agua W _{fw}	665.40	665.40	665.40	665.40	665.40	
Peso del frasco + agua + suelo W _{fws}	714.50	714.30	714.10	714.00	713.70	
Peso específico	2.881	2.859	2.838	2.827	2.795	
Factor de correccion K= 0.99791	0.99791	0.99791	0.99791	0.99791	0.99791	
Peso específico corregido	2.887	2.865	2.843	2.833	2.88	2.846

Calculo de calibración



Calibración del frasco

Medición	Temperatura (°C)	Peso (gr)
1	30	667,90
2	26	667,20
3	24	666,30
4	18	665,00
5	15	664,00

A= 0,2606

B= 660,19

P _{matraz + agua} a	665,402
20°C=	

3.5.2. Clasificación de límite de consistencia granulométrica

Zona el constructor:

GRANULOMETRIA

Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	[gr] Ret Acum	% Ret Acum	% Pasa
3"	76,20	0,0	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	17,6	17,56	0,88	99,12
N°10	2,00	16,0	33,60	1,68	98,32
N°40	0,43	42,2	75,76	3,79	96,21
N°200	0,08	403,5	479,28	23,96	76,04
Pasa 200		1.520,7	76,04	100,00	0,00
Total		2.000,0			

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g

P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g

P₃ = Peso Recipiente, en g

P_w = Peso del Agua, en g

P_s = Peso Suelo Seco, en g

W = Contenido de agua, en %

$$P_w = P_1 - P_2$$

$$P_s = P_2 - P_3$$

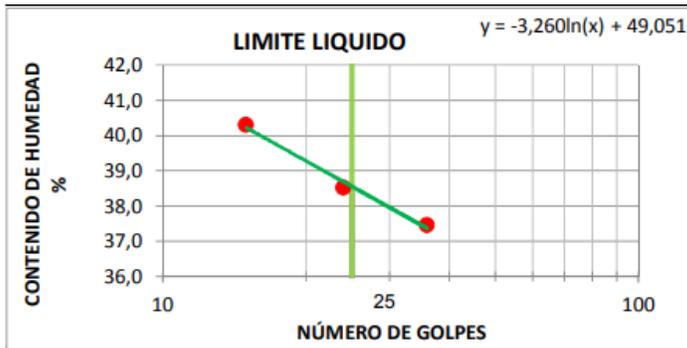
$$w = (P_w / P_s) \times 100$$

LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3	4
Número de Golpes	15	24	36	
Recipiente No.	4	7	8	
P ₁	21,84	22,81	22,36	
P ₂	19,68	20,36	20,21	
P ₃	14,32	14,00	14,47	
P _w	2,16	2,45	2,15	
P _s	5,36	6,36	5,74	
W%	40,30	38,52	37,46	

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente No.	6	25	73	10	Humedad Natural
P ₁	20,22	21,18	20,26	30,07	
P ₂	19,43	20,41	19,54	26,58	
P ₃	15,52	16,58	15,99	0,00	
P _w	0,79	0,77	0,72	3,49	
P _s	3,91	3,83	3,55	26,58	
W%	20,2	20,1	20,3	13,13	



RESULTADOS

Límite Líquido 38,58 %
 Límite Plástico 20,20 %
 Índice Plástico 18,38 %

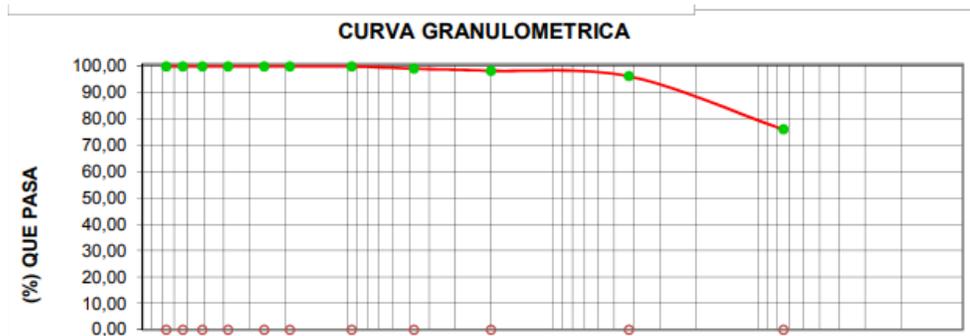
Arcilla 56,88 %
 Arena 23,09 %
 Limo (finos) 20,04 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo 13
 A.A.S.H.T.O. A-6
 S.U.C.S. CL

OBSERVACIONES:

ARCILLA LIGERA CON ARENA Y PRESENTA ALTA PLASTICIDAD.



Zona bolívar:

GRANULOMETRIA

Peso inicial: 1.000,00 [gr]		Peso final: 31,60 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	[gr] Ret.Acum	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,20	0,0	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	0,3	0,27	0,03	99,97
N°10	2,00	1,4	1,64	0,16	99,84
N°40	0,43	12,3	13,93	1,39	98,61
N°200	0,08	17,7	17,7	3,16	96,84
Pasa 200		968,4	96,84	100,00	0,00
Total		1.000,0			

P₁ = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g

P₂ = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g

P₃ = Peso Recipiente, en g

P_w = Peso del Agua, en g

P_s = Peso Suelo Seco, en g

W = Contenido de agua, en %

$$P_w = P_1 - P_2$$

$$P_s = P_2 - P_3$$

$$w = (P_w / P_s) \times 100$$

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Determinación No	1	2	3	4
Número de Golpes	17	24	35	
Recipiente No.	4	9	44	
P ₁	29,44	26,20	23,64	
P ₂	24,97	21,93	20,26	
P ₃	17,06	14,00	13,75	
P _w	4,47	4,27	3,38	
P _s	7,91	7,93	6,51	
W%	56,51	53,85	51,92	

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	6	20	25	14
P ₁	19,51	20,12	21,47	28,07
P ₂	18,55	19,15	20,29	21,85
P ₃	15,61	16,16	16,68	0,00
P _w	0,96	0,97	1,18	6,22
P _s	2,94	2,99	3,61	21,85
W%	32,7	32,4	32,7	28,47

RESULTADOS

Límite Líquido	48,25 %
Límite Plástico	29,55 %
Índice Plástico	18,70 %

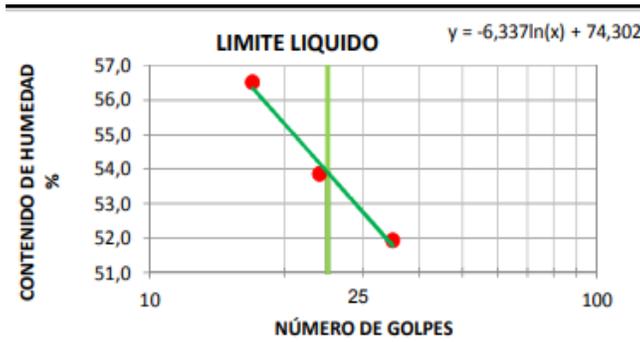
Arcilla	13,00 %
Arena	06,36 %
Limo (Fino)	80,64 %

CLASIFICACIÓN

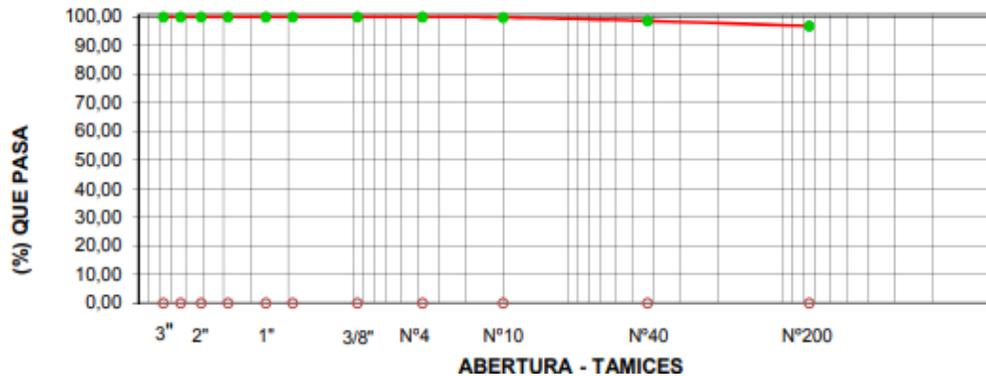
Índice de Grupo	26
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 5
S.U.C.S	MH

OBSERVACIONES:

Suelo limoso con baja plasticidad



CURVA GRANULOMETRICA



Zona los sauses

GRANULOMETRIA

Peso inicial: 1.000,00 [gr]			Peso final: 51,40 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	[gr] Ret. Acum	% Ret. Acum	% Pasa
3"	76,20	0,0	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	0,0	0,00	0,00	100,00
N°10	2,00	0,0	0,00	0,00	100,00
N°40	0,43	2,9	2,94	0,29	99,71
N°200	0,08	48,5	51,40	5,14	94,86
Pasa 200		948,6	94,86	100,00	0,00
Total		1.000,0			

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g

P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g

P_3 = Peso Recipiente, en g

P_W = Peso del Agua, en g

P_S = Peso Suelo Seco, en g

W = Contenido de agua, en %

$$P_W = P_1 - P_2$$

$$P_S = P_2 - P_3$$

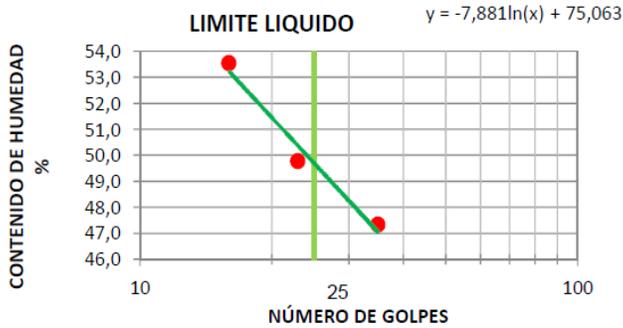
$$w = (P_W / P_S) \times 100$$

LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3	4
Número de Golpes	16	23	35	
Recipiente No.	1	2	3	
P_1	32,14	26,95	31,24	
P_2	28,73	23,88	28,15	
P_3	22,36	17,71	21,62	
P_W	3,41	3,07	3,09	
P_S	6,37	6,17	6,53	
W%	53,53	49,76	47,32	

LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente No.	72	78	89	Humedad Natural
P_1	20,59	20,33	20,00	33,20
P_2	19,70	19,35	19,03	28,50
P_3	16,27	15,58	15,26	0,00
P_W	0,89	0,98	0,97	4,70
P_S	3,43	3,77	3,77	28,50
W%	25,9	26,0	25,7	16,40



RESULTADOS

Límite Líquido	49,76 %
Límite Plástico	25,89 %
Índice Plástico	23,87 %
Arcilla	70,00 %
Arenas	5,14 %
Limo (Finos)	24,86 %

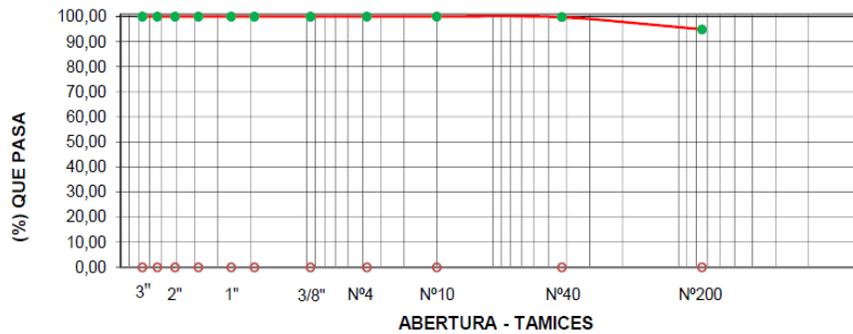
CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	26
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
S.U.C.S	CL

OBSERVACIONES:

SUELO ARCILLOSO LIGERO, ALTAMENTE PLÁSTICO

CURVA GRANULOMETRICA



Zona el tejar:

GRANULOMETRIA

Peso inicial: 1.000,00 [gr]			Peso final: 70,96 [gr]		
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	[gr] Ret.Acum	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,20	0,0	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	0,0	0,00	0,00	100,00
N°10	2,00	0,0	0,00	0,00	100,00
N°40	0,43	33,6	33,56	3,36	96,64
N°200	0,08	37,4	70,96	7,10	92,90
Pasa 200		929,0	92,90	100,00	0,00
Total		1.000,0			

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g
 P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g
 P_3 = Peso Recipiente, en g
 P_W = Peso del Agua, en g
 P_S = Peso Suelo Seco, en g
 W = Contenido de agua, en %

$$P_W = P_1 - P_2$$

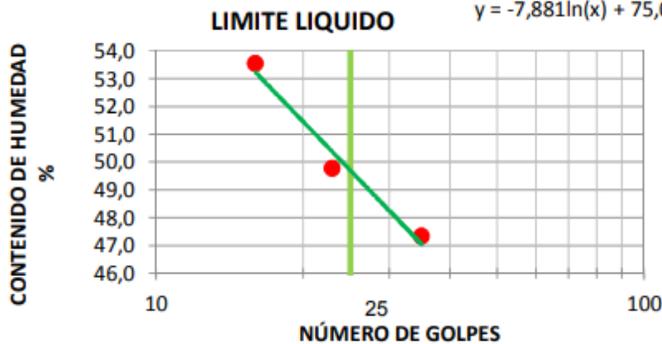
$$P_S = P_2 - P_3$$

$$w = (P_W / P_S) \times 100$$

LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO				
Determinación No	1	2	3	4
Número de Golpes	16	23	35	
Recipiente No.	1	2	3	
P_1	32,14	26,95	31,24	
P_2	28,73	23,88	28,15	
P_3	22,36	17,71	21,62	
P_W	3,41	3,07	3,09	
P_S	6,37	6,17	6,53	
W%	53,53	49,76	47,32	

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	72	78	89	11
P_1	20,59	20,33	20,00	33,20
P_2	19,70	19,35	19,03	28,50
P_3	16,27	15,58	15,26	0,00
P_W	0,89	0,98	0,97	4,70
P_S	3,43	3,77	3,77	28,50
W%	25,9	26,0	25,7	16,49



RESULTADOS

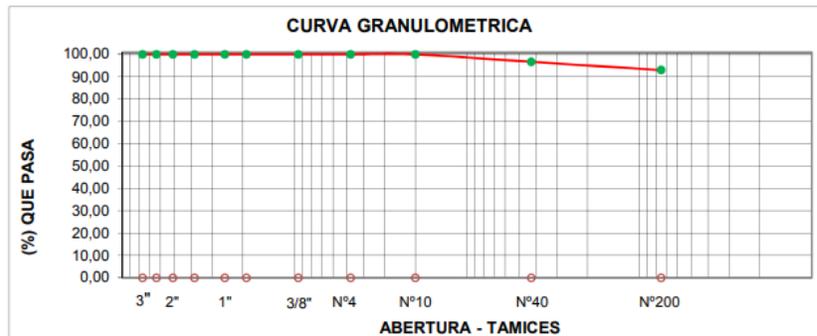
Límite Líquido	49,76 %
Límite Plástico	25,89 %
Índice Plástico	23,87 %
Arcilla	72,50 %
Arenas	07,10 %
Limo (Finos)	20,40 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	25
A.A.S.H.T.O.	A - 7 - 6
S.U.C.S	CL

OBSERVACIONES:

SUELO ARCILLOSO LIGERO, ALTAMENTE PLÁSTICO Y DE COLOR NEGRO.



Zona morros blancos

GRANULOMETRIA

Peso Inicial: 2.000,00 [gr]		Peso final: 479,28 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	[gr] Ret.Acum	% Ret.Acum	% Pasa
3"	76,20	0,0	0,00	0,00	100,00
2 1/2"	63,50	0,0	0,00	0,00	100,00
2"	50,80	0,0	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10	0,0	0,00	0,00	100,00
1"	25,40	0,0	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,05	0,0	0,00	0,00	100,00
3/8"	9,53	0,0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,75	17,6	17,56	0,88	99,12
N°10	2,00	16,0	33,60	1,68	98,32
N°40	0,43	42,2	75,76	3,79	96,21
N°200	0,08	403,5	479,28	23,96	76,04
Pasa 200		1.520,7	76,04	100,00	0,00
Total		2.000,0			

P_1 = Peso Recipiente + Suelo Húmedo, en g

P_2 = Peso Recipiente + Suelo Seco, en g

P_3 = Peso Recipiente, en g

P_W = Peso del Agua, en g

P_S = Peso Suelo Seco, en g

W = Contenido de agua, en %

$$P_W = P_1 - P_2$$

$$P_S = P_2 - P_3$$

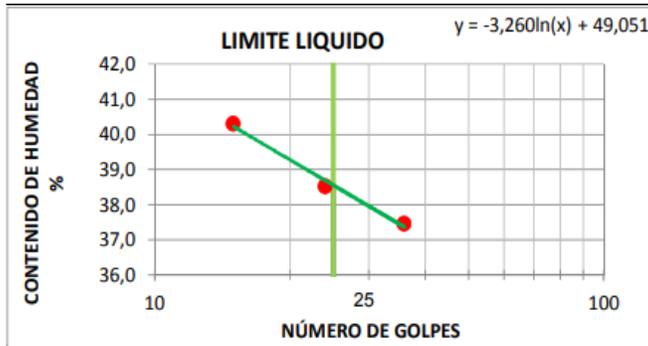
$$w = (P_W / P_S) \times 100$$

LÍMITE LÍQUIDO

Determinación No	1	2	3	4
Número de Golpes	15	24	36	
Recipiente No.	4	7	8	
P_1	21,84	22,81	22,36	
P_2	19,68	20,36	20,21	
P_3	14,32	14,00	14,47	
P_W	2,16	2,45	2,15	
P_S	5,36	6,36	5,74	
W%	40,30	38,52	37,46	

LÍMITE PLÁSTICO

LÍMITE PLÁSTICO				Humedad Natural
Recipiente No.	6	25	73	10
P_1	20,22	21,18	20,26	30,07
P_2	19,43	20,41	19,54	26,58
P_3	15,52	16,58	15,99	0,00
P_W	0,79	0,77	0,72	3,49
P_S	3,91	3,83	3,55	26,58
W%	20,2	20,1	20,3	13,13



RESULTADOS

Límite Líquido	53,93 %
Límite Plástico	32,59 %
Índice Plástico	21,34 %

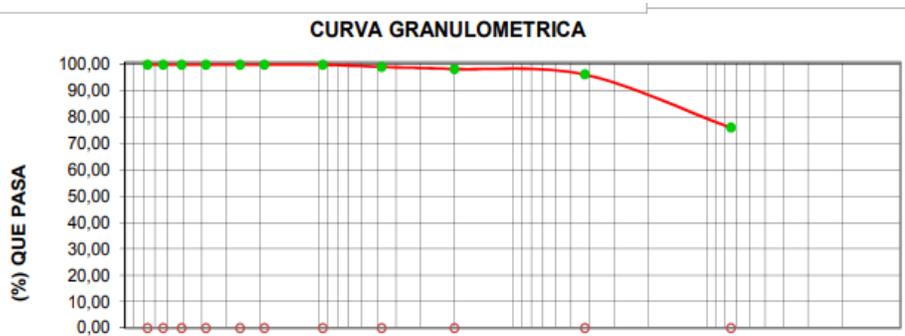
Arcilla	50,84 %
Arenas	22,13 %
Limo (Finos)	27,03 %

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	13
A.A.S.H.T.O.	A - 6
S.U.C.S	CL

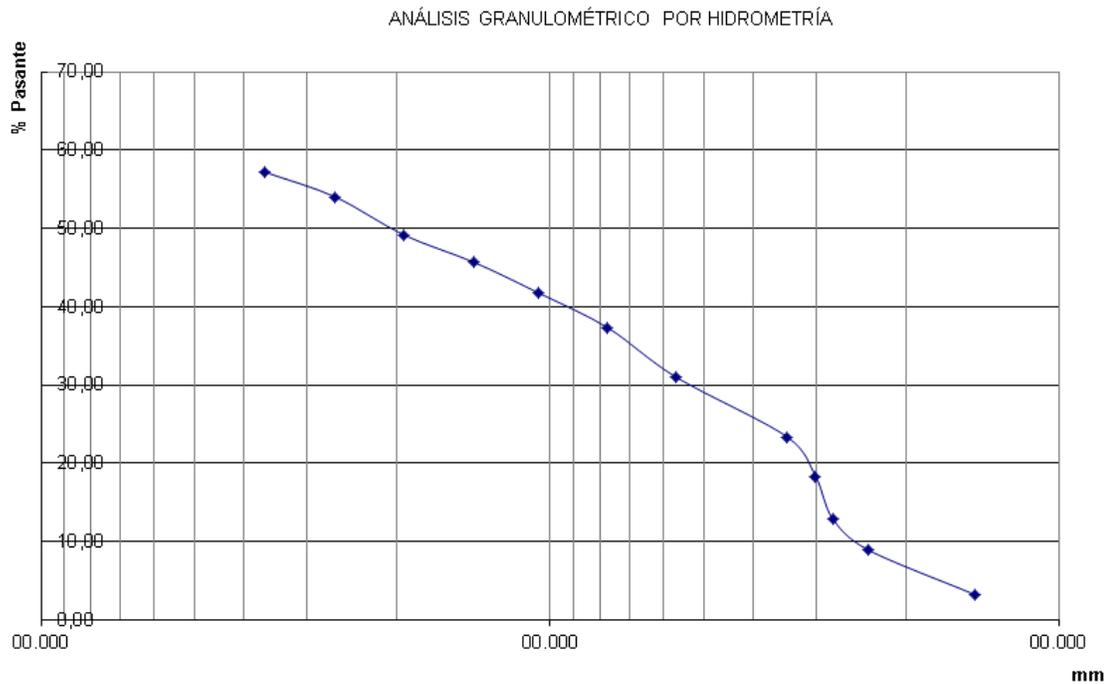
OBSERVACIONES:

Arcilla limosa plástica con alta plasticidad



3.5.3. Cálculo del hidrómetro

HORA	TIEMPO (min)	R'M	T °c	CT	RHC	WD1 %	R'H+CM	L(cm)	LA (cm/min)	K	D (mm)	% QUEPASA
	1	52,5	20,5	0,1	44,6	88,02	53,5	7,5	7,50	0,0133	0,0364	57,21
	2	50	20,5	0,1	42,1	83,09	51	7,9	3,95	0,0133	0,0264	54,01
	4	46,25	20,5	0,1	38,35	75,68	47,25	8,55	2,14	0,0133	0,0194	49,19
	8	43,5	20,5	0,1	35,6	70,26	44,5	9	1,13	0,0133	0,0141	45,67
	15	40,5	20,5	0,1	32,6	64,34	41,5	9,5	0,63	0,0133	0,0106	41,82
	30	37	20,5	0,1	29,1	57,43	38	10,1	0,34	0,0133	0,0077	37,33
11:45	60	32	21	0,2	24,2	47,76	33	10,9	0,18	0,0133	0,0057	31,04
01:45	180	26	21	0,2	18,2	35,92	27	11,9	0,07	0,0133	0,0034	23,35
02:45	240	22	21,5	0,3	14,3	28,22	23	12,5	0,05	0,0132	0,0030	18,34
03:45	300	18	20,5	0,1	10,1	19,93	19	13,2	0,04	0,0133	0,0028	12,96
06:00	435	15	20	0	7	13,81	16	13,7	0,03	0,0134	0,0024	8,98
08:00	1275	11	18	-0,5	2,5	4,93	12	14,3	0,01	0,0138	0,0015	3,21



Luego de analizar los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio de las cinco zonas se procedió a realizar una tabla estadística para ver la comparación de los resultados para que a su vez se pueda determinar la mezcla más eficiente

N#	DATOS OBTENIDOS					
	Zonas	Granulometria	Límites de Atterberg		Observaciones	Gravedad específica
1	El constructor	%arena 23,09	Límite líquido	38,58	Arcilla ligera con arena presenta alta plasticidad	2,89
		%limo 20,04	Límite plástico	20,20		
		%arcilla 56,88	Índice de plasticidad	18,38		
2	Bolívar	%arena 6,36	Límite líquido	48,25	Suelo limoso con baja plasticidad de color marrón oscuro	2,86
		%limo 80,64	Límite plástico	29,55		
		%arcilla 13,00	Índice de plasticidad	18,70		
3	Los sauces	%arena 5,14	Límite líquido	49,78	Suelo arcilloso ligero Altamente plástico	2,84
		%limo 24,86	Límite plástico	25,89		
		%arcilla 70,00	Índice de plasticidad	23,87		
4	Tejar	%arena 7,10	Límite líquido	49,76	Suelo arcilloso ligero altamente plástico de color negro	2,83
		%limo 20,40	Límite plástico	25,89		
		%arcilla 72,50	Índice de plasticidad	23,87		
5	Morros blancos	%arena 22,13	Límite líquido	53,93	Arcilla limosa plástico con alta plasticidad	2,88
		%limo 27,03	Límite plástico	32,59		
		%arcilla 50,84	Índice de plasticidad	21,34		

3.6. Caracterización de la mezcla

Para la caracterización de las mezclas y determinar la mezcla más eficiente, se llevaron a cabo los ensayos de resistencia, adherencia por arrancamiento, permeabilidad al agua y trabajabilidad

3.6.1. Por resistencia

En este caso se prepara distintas mezclas con diferentes proporciones una vez preparado se procede a colocar en una base plana se deja reposar de 3 o más

horas dependiendo del secado y el lugar luego se le coloca encima pesos dependiendo a cuanto resista

3.6.2. Adherencia por arrancamiento

Con base a la experiencia desarrollada en el Laboratorio, se desarrolló el ensayo de adherencia, con el cual se puede determinar la capacidad que tienen los revoques de adherirse al muro (construido de ladrillo). Los resultados de este ensayo son un indicativo del comportamiento de los revestimientos aplicados a los muros a escala natural

Procedimiento para realizar los ensayos de adherencia por arrancamiento

Se propone a disposición de la mezcla, con base a la receta y mezclas que se han determinado como las más óptimas, proporciones indicadas y según un procedimiento determinado,

Se prepara el área del muro, donde se aplicará la mezcla echándole agua por todas las zonas donde se va aplicar

Antes de aplicar la mezcla se pone un cordón

Una vez lista la mezcla y el muro preparado se aplica la mezcla con una cuchara con fuerza para que se adhiera

Luego de preparar la mezcla se deja reposar de 3 o más horas dependiendo del secado y el lugar

Luego se procede con una romana a jalar despacio del cordón que estaba debajo de la mezcla

El ensayo básicamente busca desprender la muestra adherida en el muro

3.6.3. Permeabilidad al agua

Para determinar la permeabilidad se procede primeramente cortando una botella en dos partes luego con la parte de arriba de la botella como se puede observar tiene una forma de embudo se procede a dar la vuelta para que luego se vierta la mezcla y se procede a verter agua para determinar que tan permeable es cada dosificación

3.7. Determinación de la muestra más eficiente



Muestra 1



Muestra 2



Muestra 3

Imagen 52 elaboración propia

Determinación de muestra más eficiente					
Muestras	Proporciones	Resistencia kg/cm ²	Adherencia kg/cm ²	Permeabilidad seg	Trabajabilidad
1	1;2	20	1,5	971	-----
2	1;3	15	2,5	1082	-----
3	2;4	18	5	1139	-----

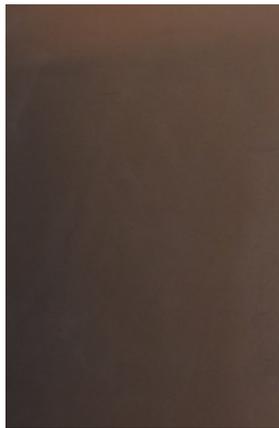
Zona morros blancos:

Aunque todas las mezclas presentaron muy buen comportamiento a la adherencia, resistencia y permeabilidad se escogió la muestra tres que reunió

mejores características. Una proporción de cuatro partes de arcilla con limo por dos de arena, adictivos: paja 0,014 carga/ m², aceite de linaza 0,025 l / m², cal kg/m², harina cal kg/m²



Muestra 1



Muestra 2



Muestra 3

Imagen 53 elaboración propia

Determinación de muestra más eficiente					
Muestras	Proporciones	Resistencia kg/cm ²	Adherencia kg/cm ²	Permeabilidad seg	Trabajabilidad
1	1;2	10	1	390	-----
2	1;3	20	5	1070	-----
3	2;4	15	1,5	1140	-----

Zona el constructor:

Aunque todas las mezclas presentaron muy buen comportamiento a la adherencia, resistencia y permeabilidad se escogió la muestra dos que reunió mejores características. Una proporción de tres partes de arcilla por uno de arena, adictivos: paja 0,014 carga/ m², aceite de linaza 0,025 l / m², cal kg/m², harina cal kg/m²

3.8. Ejecución del revoque interior de una vivienda

Se realizó la aplicación del revoque de tierra dentro de una vivienda ubicada en el barrio morros blancos de la señora Justina choque una señora mayor de edad que estaba viviendo en una casa de chapa y ladrillo ella comentaba que no contaba con los recursos necesarios para realizar su revoque pero si conocía las propiedades y beneficios que trae un revoque echo de tierra por eso procedí a la aplicación para brindarle una mejor calidad de vida



Imagen 54 elaboración propia



Imagen 55 elaboración propia

Como se puede observar en las imágenes hay muchos casos así familias completas más que todo en las áreas periféricas porque hoy en día vemos cómo van subiendo los materiales de construcción convencionales y la mano de obrar calificada y a la mayoría no les alcanza y por de economizar en los gastos viven en estas condiciones

Proceso de preparación: Antes de mencionar la preparación del revoque de tierra cabe mencionar que el proceso pasa por tres etapas que son grueso (le castigado),

medio (cuando se pasa por un tamiz 0,40) y el fino (donde se tamiza más fino pero se adhiere ya un color)

3.8.1. Procesó para la preparación del revoque grueso (castigado)

Primera mente se procede a la extracción del suelo (tierra) que se extrae del mismo lugar luego se procede a vertir en un balde un poco más de la mitad donde se juntara con aceite, cal y paja cortada en trozos esto nos ayudara para que nuestra mezcla tenga una estructura y no se comience a expandir y caer luego se procede a mezclar

Materiales para revoque grueso

- Tierra del lugar
- Paja
- Aceite de linaza
- Cal



elaboración propia
Sacando suelo de la zona seleccionada



elaboración propia
Cortando la paja para la mescla



elaboración propia
mesclando con todos los adictivos



elaboración propia
vertiendo agua en el muro para su aplicación

Imagen 56 elaboración propia

Ante de aplicar la muestra se realizó una prueba (la del cigarro) que trata de sacar tres muestra de la mescla encima de lago elevado en mi caso una silla

luego en cada muestra se le adhiere un poco más de agua luego se le comienza a enrollar después poco a poco se le desliza hasta que la mezcla se rompa el rango para la aplicación sea buena es de 8 a 15 cm



Imagen 57 elaboración propia realizando la prueba del cigarro para probar la adherencia de la mezcla

Aplicando del revoque grueso



Imagen 58 elaboración propia realizando la aplicación del revoque al muro interior de ladrillo

3.8.2. Proceso para la preparación del revoque fino

Primeramente se procede a la extracción del suelo (tierra) que se extrae del mismo lugar donde esta vez se procede a tamizar luego se procede a vestir en un balde un poco más de la mitad donde se juntara con un poco de arena tamizada, aceite, cal, engrudo y paja cortada en trozos más delgados y pequeños esto nos ayudara para que nuestra mezcla tenga una estructura y no se comience a expandir y caer luego se procede a mezclar

Materiales para el revoque fino

- Tierra del lugar(tamizada)
- Arena(tamizada)
- Acetite de linaza
- Engrudo
- Paja (cortado en trozos más pequeños)



elaboración propia sacando tierra del lugar y vertiendo en la zaranda



elaboración propia zarandeando la arena



cortando en trozos pequeños la paja



mesclando con todos los adictivos



zarandeando la cal



mesclado con agua

Ante de aplicar la muestra se realizó una prueba (de la pastilla) que trata de sacar tres a dos muestra de la mezcla donde se vierte en un recipiente con distintas porciones de arena, arcilla y cantidad de agua y se deja secar de 1 a 2 horas o el tiempo que tarde en secar luego se procede a ver cuál de las mezclas no tiene rajaduras luego se parte para ver la dureza de la mezcla



Imagen 60elaboración propia realizando la prueba de la pastilla para probar la resistencia de la mezcla

Aplicación del revoque fino



Imagen 61elaboración propia aplicación del revoque fino

3.8.3. Proceso para la preparación del revoque fino con pigmentos naturales

Le proceso para el revoque fino con pigmentos naturales es casi similar al proceso de la segunda capa pero esta vez el tamizado es más fino (del suelo de la zona; de la arena y la cal) luego de tamizar se procede a verter en un balde donde se juntara con otros adictivos que ayudaran a la mezcla sea más resistente como ser el aceite de linaza, cal, engrudo y paja cortada en trozos más pequeños y finos la paja ayudara que la mezcla tenga una mejor estructura

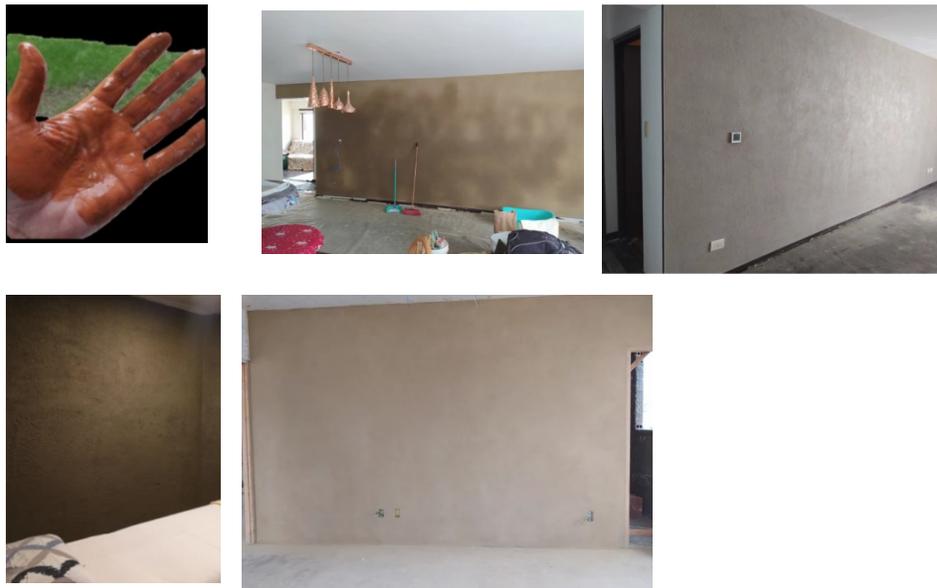


Imagen 62 <https://www.tecnoclay.com/proyectos>



Imagen 63 elaboración propia

3.9.Rendimientos del revoque interior de tierra

Revoque Grueso de Tierra en m²

MATERIALES

Material	Unidad	Cantidad
Tierra	paladas	16

Para 12 m²

Volumen de Paladas

b	l	h	Vol Parcial m ³	N° de paladas	Vol Total m ³
0,3	0,4	0,12	0,0144	16,000	0,230

Volumen de Tierra p/ 1m²

Vol = 0,0192 m³/m²

Material	Unidad	Cantidad
Paja	amarros	8

Para 12 m²

1 Carga → 23 Amarros
X → 8 Amarros

X = 0,35 Carga Para 12 m²

Amarros de paja p/ 1m²

Vol = 0,029 Carga/m²

Material	Unidad	Cantidad
Aceite	litros	0,2

Para 12 m²

Litros de Aceite p/ 1m²

Vol = 0,017 l/m²

MANO DE OBRA

Personal	Unidad	Cantidad
Contra Maestro	hr	6
Ayudante	hr	6

Para 12 m²

Para 12 m³

Tiempo del personal p/ 1m²

Tiempo Ayudante 0,500 hr/m²
Tiempo Contra Maestro 0,500 hr/m³

Cuadro de resumen

Material	Unidad	Cantidad
Tierra	m ³ /m ²	0,0192
Paja	Carga/m ²	0,029
Aceite	l/m ²	0,017
Contra Maestro	hr/m ²	0,500
Ayudante	hr/m ³	0,500

Revoque fino de Tierra en m²

MATERIALES

Material	Unidad	Cantidad
Tierra	paladas	16

Para 12 m²

Volumen de Paladas

b	l	h	Vol Parcial m ³	N° de paladas	Vol Total m ³
0,3	0,4	0,12	0,0144	16,000	0,230

Volumen de Tierra p/ 1m²

Vol = 0,0192 m³/m²

Material	Unidad	Cantidad
Paja	amarros	4

Para 12 m²

$$\begin{array}{rcl}
 1 \text{ Carga} & \longrightarrow & 23 \text{ Amarros} \\
 X & \longrightarrow & 4 \text{ Amarros}
 \end{array}$$

X = 0,17 Carga Para 12 m²

Amarros de paja p/ 1m²

Vol = 0,014 Carga/m²

Material	Unidad	Cantidad
Aceite	litros	0,3

Para 12 m²

Litros de Aceite p/ 1m²

Vol = 0,025 l/m²

Material	Unidad	Cantidad
Cal	kg	10

Para 12 m²

Kilos de Cal p/ 1m²

Vol = 0,833 kg/m²

Material	Unidad	Cantidad
Harina	kg	1

Para 12 m²

Kilos de Harina p/ 1m²

Vol = 0,083 kg/m²

Material	Unidad	Cantidad
Arena	paladas	8

Para 12 m²

Volumen de Paladas

b	l	h	Vol Parcial m ³	N° de paladas	Vol Total m ³
0,3	0,4	0,12	0,0144	8,000	0,115

Volumen de Arena p/ 1m²

Vol = 0,0096 m³/m²

MANO DE OBRA

Personal	Unidad	Cantidad
Contra Maestro	hr	8
Ayudante	hr	8

Para 12 m²

Para 12 m³

Tiempo del personal p/ 1m²

Tiempo Ayudante 0,667 hr/m²

Tiempo Contra Maestro 0,667 hr/m³

Cuadro de resumen

Material	Unidad	Cantidad
Tierra	m ³ /m ²	0,0192
Paja	Carga/m ²	0,014
Aceite	l/m ²	0,025
Cal	kg/m ²	0,833
Harina	kg/m ²	0,083
Arena	m ³ /m ²	0,0096
Contra Maestro	hr/m ²	0,667
Ayudante	hr/m ³	0,667

3.9.1. Rendimiento del yeso

Revoque Interior de yeso e= 1,5 cm (m²)

Area m²

$$A = 1 \times 1 \times 0,015$$

750 kg yeso 1 m³

X kg yeso 0,015 m³

$$X = 11,25 \text{ kg}$$

Considerando el 5 % de perdida se tienen:

$$X = 11,25 \text{ Kg} + 0,05 \times 11,25 \text{ Kg} = 12,375 \text{ Kg}$$

$$X = 12,375 \text{ Kg/m}^2$$

INSUMO

$$\text{Yeso} = 12,375 \text{ Kg/m}^2$$

3.9.2. Comparación del rendimiento de un revoque de tierra con un revoque de yeso

Revoque interior de tierra = 4,529 kg/m²

Revoque interior de yeso de yeso Yeso= 12,375kg/m²

Como se puede comprobar con los cálculos realizados de ambos rendimientos tanto de tierra como yeso se puede ver la variación que se tiene revocar con tierra

3.10. Análisis de precios unitarios

Item: Revoque Grueso de Tierra m²
 Proyecto: "REVOQUE INTERIOR DE TIERRA PARA VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE TARIJA"
 Fecha: 20/SEP/2020
 Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TIERRA	m ³	0,0192	20,830	0,400
2	-	PAJA	carga	0,0290	25,000	0,725
3	-	ACEITE	litros	0,0167	20,000	0,333
>		TOTAL MATERIALES			(A) =	1,458
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	0,500	13,750	6,875
2	-	ALBAÑIL	hr	0,500	11,250	5,625
>		TOTAL MANO DE OBRA			(B) =	12,500
>	F	TOTAL PRECIO UNITARIO			(A+B) =	13,958
>		PRECIO ADOPTADO:				13,96

Son: trece con 96/100 Bolivianos

Item: Revoque fino de Tierra m²
 Proyecto: "REVOQUE INTERIOR DE TIERRA PARA VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE TARIJA"
 Fecha: 20/SEP/2020
 Tipo de cambio: 6,96

Nº	P.	Insumo/Parámetro	Und.	Cant.	Unit. (Bs)	Parcial (Bs)
	A	MATERIALES				
1	-	TIERRA	m ³	0,0192	20,830	0,400
2	-	PAJA	carga	0,0145	25,000	0,363
3	-	ACEITE	l	0,0250	20,000	0,500
4	-	CAL	kg	0,0833	0,750	0,062
5	-	HARINA	kg	0,0833	8,000	0,666
6	-	ARENA	m ³	0,0096	112,500	1,080
>		TOTAL MATERIALES			(A) =	3,071
	B	MANO DE OBRA				
1	-	AYUDANTE	hr	0,667	13,750	9,167
2	-	ALBAÑIL	hr	0,667	11,250	7,500
>		TOTAL MANO DE OBRA			(B) =	16,667
>	F	TOTAL PRECIO UNITARIO			(A+B) =	19,738
>		PRECIO ADOPTADO:				19,74

Son: diecinueve con 82/100 Bolivianos

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES IV

4.1. Conclusión

- En conclusión esta investigación está ligada en los resultados obtenidos en el transcurso del proceso y análisis que se realizó en revoques de tierra para poder evaluar factores claves a considerar para una buena ejecución y desempeño de nuevas alternativas de construcción
- La utilización de un revoque sobre un muro es imprescindible en nuestro entorno especialmente como medida de protección a los mismos que a su vez trae consigo varios factores que dañan la salud del usuario por no contar con un revoque interior. Un buen revoque interior disminuya la cantidad de distintos tipos de insectos que se encuentran en las fisuras paredes y que causan enfermedades
- Las características de los suelos son elementos diversos y variadas interrelacionados que indican buen manejo del mismo a su vez también conocer la nobleza de este material y darle la posibilidad de mejorar la calidad en la construcción con observaciones que se deben transmitir a las personas que lo requieren que a su vez la tierra en la construcción sea no solamente mejor, sino más estético
- Paralelo a las características que tienen los suelos que son elementos que tienen un buen manejo pero para la utilización para un buen revoque es necesario realizar otros tipo de soluciones que ayuden a mejorar en todo

sentido la calidad de la vivienda dentro de estas observaciones estaría diversos tipos de adictivos como ser la cal; el aceite de linaza; el engrudo que nos ayudaran a darle mayor resistencia y durabilidad

- Las condiciones en que vive distintas familias da la ciudad de Tarija más que todo en las ares periféricas son en algunos caso deplorables debido a la falta de condiciones técnicas que logren mejorar dichos aspectos. Por tales motivos es necesario seguir mejorando en proceso constructivo y poder capacitar a las mismas personas para que puedan terminar de concluir ellas mismas sus viviendas
- La falta de identidad cultura hoy en día hace que gente y los profesionales ignoren a la tierra como un material de construcción habitacional para nuestro país sabiendo que más de un tercio del mundo habitan en viviendas de tierra hay que darse cuenta de la escasez y la valor que se tiene para seguir aprendiendo de este material natural que nos han heredado nuestros ancestros y conlleva una parte de nuestra cultura
- Considerando que en la actualidad la misma gente sigue usando materiales convencionales para su construcción de sus viviendas que son tóxicos y hacen daño a la salud como al medio ambiente que a su vez tienen mayores costos .construir con tierra es usar 1% energía necesaria cuenta con varios beneficios no es toxico y es amigable con el medio ambiente y es fácil para su aplicación como para la autoconstrucción

4.2.Recomendaciones

- Realizar más investigaciones del tema dentro de su metodología en su proceso tecnológico queden como resultado un objeto que se puede tocar y percibir a la vista de los demás para dar beneficio a la investigación
- Es necesario realizar formas de concientización tanto para estudiantes como profesionales en instituciones con relación al tema para que la tierra tenga la importancia que debería tener no solamente como propuesta sino como integración al proceso al diseño arquitectónico
- Durante el estudio de campo se mostraron distintas variaciones entre las mezclas para los revoques esto se debe a la variación del tipo de suelo de cada zona y las proporciones .sería interesante estudiar a fondo el tema sobre otros tipos de adictivos que hay y se pueden utilizar para ver sus reacciones
- Se recomienda seguir los pasos y las pruebas que se muestran en el proyecto para conseguir un buen revoque
- indagar más en la manejo del color dentro de los revoques interiores, como parte de influencia psicológica dentro de cada vivienda. El color puede ser percibido de manera distinta de una persona a otra, de allí su complejidad en su correcto uso.