

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

SEDE - JAÉN

**EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL
DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA DE LA I.E. N° 17524
DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTÍN DEL DISTRITO DE
BELLAVISTA - JAÉN**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR: Ing°. Wilder Max Narro Martos

BACHILLER: Pedro José Quiliche Aguirre

Jaén, Cajamarca - Perú

2013

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Que a través de sus docentes de la escuela académica profesional de ingeniería civil logre los conocimientos y valores necesarios para formarme como un profesional y servir de apoyo a todo mi Perú.

A MI ASESOR

Ing. Wilder Max Narro Martos, agradecer de una manera muy especial por su tiempo, consejos, comprensión y apoyo incondicional, su guía y aporte fueron incondicionales para la realización de este trabajo.

A todos los docentes de la escuela académica profesional de ingeniería civil que de alguna manera u otra aportaron su conocimiento y experiencia para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MI PADRE

Manuel Reinerio Quiliche LLaxa, quien ha luchado por darme lo mejor sin importar el cansancio, apoyándome ante cualquier situación; por la formación y valores que me inculcaste así como también el respeto hacia todas las personas este trabajo va para ti padre querido.

A MI MADRE

Clorinda Maruja Aguirre Zaquinaula, por su comprensión, por sus sabios consejos, por su apoyo incondicional y por qué día a día me inculco grandes valores como persona este trabajo va para ti madre querida.

A MIS HERMANAS

Jessica y Cecilia quien siempre están conmigo apoyándome en todo momento.

A MIS TÍOS Y TÍAS

A todos mis tíos y mis tías que siempre cuando los necesite me dieron su apoyo.

INDICE

<u>Contenido</u>	<u>Pagina</u>
Agradecimientos.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	xi
CAPITULO I. MARCO TEORICO.....	1
Antecedentes teóricos de la investigación.....	1
Bases teóricas.....	5
Definición de términos básicos.....	36
CAPITULO II. MATERIALES Y MÉTODO.....	42
Localización.....	42
Tiempo o época.....	46
Materiales de la Investigación.....	46
Otros materiales y equipos.....	46
Definición y operacionalización de las variables.....	47
Diseño metodológico.....	48

Contenido	Página
CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	53
Tipos de falla y nivel de falla en muros de albañilería.....	53
Vulnerabilidad estructural de los muros.....	54
CAPITULO IV. CONCLUSIONES.....	57
CAPITULO V. RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
ANEXO A.....	63
ANEXO B.....	65
ANEXO C.....	66
ANEXO D.....	81
ANEXO E.....	85
ANEXO F.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla 1. Distorsión Angular.....	20
Tabla 2. Clasificación de suelos expansivos.....	23
Tabla 3. Aspectos generales de la edificación.....	29
Tabla 4. Referencias del informe preliminar.....	29
Tabla 5. Contenido del Informe de inspección detallada.....	33
Tabla 6. Niveles de severidad en muros de albañilería.....	35
Tabla 7. Materiales y equipos utilizados en la investigación.....	46
Tabla 8. Cuadro de operacionalización de variables.....	47
Tabla 9. Distribución de los tipos de fallas y niveles de fallas.....	53

INDICE DE FIGURAS

<u>Figura</u>	<u>Página</u>
Figura 1. Requisitos mínimos para que un muro se considere confinado.....	6
Figura 2. Configuración de un muro de albañilería confinada.....	9
Figura 3. Fuerzas Sobre el Muro.....	11
Figura 4. Deformación del Conjunto.....	12
Figura 5. Fuerzas Sobre el Diagrama.....	12
Figura 6. Falla en Compresión.....	13
Figura 7. Falla Por Tensión Diagonal.....	13
Figura 8. Falla por esfuerzo tangencial en las juntas.....	14
Figura 9. Falla por flexión.....	15
Figura 10. Asentamiento Diferencial.....	19
Figura 11. Falla de muros por expansión de suelos.....	21
Figura 12. Clasificación de cambio potencial.....	22
Figura 13 Simbología de suelos.....	24
Figura 14. Dilatación en la placa de la plataforma de un piso donde.....	26
Figura 15. La inspección de un inmueble.....	27
Figura 16. Las estructuras expuestas al intemperismo se ven afectadas.....	31
Figura 17. Ejemplo del recuento fotográfico.....	32
Figura 18. Mapa del Perú y sus 24 Departamentos.....	42
Figura 19. Mapa del Departamento de Cajamarca y sus Provincias.....	43
Figura 20. Mapa de la Provincia de Jaén y sus Distritos.....	43
Figura 21. Mapa del distrito de bellavista y sus Caserios.....	44
Figura 22. Mapa de ubicación de la I.E N°17524 respecto a San Agustín.....	44
Figura 23. Inspección Preliminar.....	48

Figura 24. Inspección Detallada.....	50
Figura 25. Vulnerabilidad estructural en muros de albañilería.....	54

RESUMEN

La mayoría de las edificaciones educativas son vulnerables debido a que fueron construidas en décadas en que los códigos de construcción no consideraban las normas actuales. El objetivo de la investigación es determinar el grado de vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E N° 17524 de la localidad de san Agustín a través del tipo de falla en los muros; así como también identificar las causas de estas fallas. Es una investigación aplicada, Cuantitativa, descriptiva comparativa, primaria, no experimental, transversal, campo y unidisciplinaria. La toma de datos se realizó en el mes de Marzo del 2013, mediante dos inspecciones, una preliminar y una detallada en los diversos ambientes de la Institución. Se usaron formatos de evaluación en el cual se registró la medición de los agrietamientos clasificándolos según sus niveles de severidad y tipo de falla por el cual se ocasionaron estos agrietamientos; así como también para reunir información básica sobre la institución. Se registraron 39 fallas en los 46 muros evaluados: 22 severas, 8 fuertes y 9 moderadas. Se determinó 2 tipos de fallas en los muros de albañilería, una falla por esponjamiento del suelo y otra por asentamiento diferencial de las cuales se determinó que el grado de vulnerabilidad es alto ya que posee un 56.41% de severidad de los muros; Las causas de la presencia de estos tipos de fallas se deben a que el terreno en el que se cimentó la estructura tiene características de un suelo arcilloso con un 23.62 de índice de plasticidad.

Palabras clave: fallas en muros, vulnerabilidad en muros, agrietamientos en muros.

ABSTRACT

The majority of the educational buildings are vulnerable due to the fact that they were constructed in decades in which the codes of construction were not considering the current procedure. The goal of this investigation was to determine the grade of structural vulnerability in building walls in the Educative Institution 17524, in San Agustin town, via the type of failure in the wall, as well as to identify the causes of these failures. It is an applied investigation, Qualitative, descriptive comparative, primary, not experimental, cross street, field and unidisciplinary. The data were taken in March 2013, through two inspections, one preliminary and one detailed in several places of the institution. Formats were used for assessment which measured the crackings classifying them according to their levels of severity and type of failure by which caused these cracks as well as forms to gather basic information about the institution. thirty-nine cracks were register in the walls: 22 severe, 8 strong and 9 moderate. Two types of failures were determined in the building walls, failure by mixing of the soil and by differential settling; from which the degree of vulnerability high was determined with 56.41 % of severity of the walls; The reasons of the presence of these types of faults owe to that the area in which the structure was established has characteristics of a clayey soil with 23.62 of index of plasticity.

Key Words: Failures in walls, vulnerability in walls, crackings in walls.

INTRODUCCION

Actualmente en el Perú existen aproximadamente 41000 centros educativos públicos identificados por el MINEDU construidos en diferentes épocas, con diferente arquitectura y materiales. La mayoría de las edificaciones educativas son vulnerables a los terremotos debido a que fueron construidas en décadas en que los códigos de construcción no consideraban de manera decidida la protección contra terremotos. Después de cada terremoto los edificios educativos peruanos quedan seriamente dañados en la zona epicentral y el estado tiene que invertir importantes sumas en recuperar la infraestructura de la zona.

En las zonas rurales los centros educativos tienen por lo general un solo pabellón. Se construyen con diferentes materiales, existen edificaciones de concreto armado, albañilería, madera, quincha, adobe, tapial, sillar y hasta construcciones mixtas como las de albañilería de arcilla y sillar o quincha y adobe y generalmente fueron construidos sin dirección técnica calificada.

La ciudad de Jaén se encuentra localizada al norte del Perú a $5^{\circ}42'15''$ de Latitud Sur y a $78^{\circ}48'29''$ de Longitud Oeste y a una altura de 729 m.s.n.m con temperatura promedio 22°C que oscilan entre 8.5°C y 36°C de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas.

En el distrito de Bellavista, la mayor parte de los colegios se han construido hace décadas, por lo que no están acorde con las consideraciones de las normas

actuales en las que se exige especial cuidado en llevar a cabo los estudios de suelos, análisis sismo resistente, así como también en la proporción de agua en las mezclas. Para abaratar costos, los materiales son adquiridos de la zona por lo que las unidades de albañilería son de fabricación artesanal y no están sujetos a pruebas de calidad, desconociéndose si tiene la resistencia y los materiales con los que ha sido elaborado.

La localidad de San Agustín se encuentra localizado en una zona rural, cuenta con la I.E N°17524, que tiene 27 años de antigüedad cuyos ambientes tomados como parte de la investigación tienen 10 años de antigüedad, en el cual existen muros de albañilería confinada en los diferentes ambientes (aulas, oficinas administrativas, etc.) que presentan una serie de agrietamientos conocidos como fallas.

El problema de la investigación estuvo referido a la determinación de ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E N°17524 de la localidad de San Agustín?

En tal sentido, se puede mencionar como hipótesis que la presencia de fallas en los muros de albañilería confinada representa un alto grado de vulnerabilidad estructural de la I.E N°17524 de la localidad de San Agustín.

Como objetivo se planteó la Determinación del grado de vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería confinada de la I.E N°17524 de la localidad de San Agustín. Para ello los objetivos específicos fueron: la Determinación el tipo de

fallas en los muros de albañilería confinada de la I.E N°17524 de la localidad de san Agustín; identificar las causas de las fallas en los muros.

La presente investigación se justifica por la necesidad de determinar el grado de vulnerabilidad estructural en los muros de albañilería de la I.E N°17524 de la localidad de san Agustín, ya que dichos muros evaluados de la institución presentan fallas y tienen como antigüedad 10 años.

La importancia de realizar la investigación en la I.E N° 17524 es para verificar si el grado de vulnerabilidad estructural en los muros de albañilería es alta y así evitar posibles daños e incluso el colapso de la estructura evitando así pérdida de vidas humanas

Los alcances de la presente investigación servirán para la estructura evaluada no siendo generalizable para otros tipos de estructuras

La investigación se realizó durante el mes de Marzo del 2013, fue descriptiva y tuvo carácter transversal esto porque se hizo en un determinado tiempo y no se hizo evaluaciones cada cierto tiempo. La investigación se centrará en la vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E N°17524 de la localidad de San Agustín a través de fallas identificadas en los muros, la cual se hará mediante la observación o visualización.

CAPITULO I. MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes teóricos de la investigación.

1.1.1 Antecedentes Internacionales

Cárdenas y colaboradores 2007, en su “estudio de la vulnerabilidad sísmico estructural del antiguo convento Hermanas de la visitación de Santa María de Bosa” uno de los resultados de este proyecto es el evidente deterioro en el cual se encuentra la edificación y más aún lo inseguro que presenta éste para la comunidad que alberga. Los deterioros más representativos fueron en la cubierta teniendo a las vigas de confinamiento superiores y a los muros en mal estado presentando fisuras y grietas pronunciadas.

Según Crispieri 2011, en su investigación sobre la caracterización y diagnóstico de las viviendas de albañilería, habló sobre la vulnerabilidad estructural de estas edificaciones dando como resultados que la estructuras tienen una baja densidad de muros en la dirección de las fachadas produciendo agrietamientos, ahí es donde se encuentra la mayor cantidad de aberturas puertas y ventanas; mientras que en la otra dirección la densidad de muros es muy alta.

EPNGHI 1995, en su investigación realizada en Quito sobre la evaluación de las construcciones escolares, debido a su gran número de colegios sólo se escogió como una muestra las escuelas de alto uso y se les hizo su evaluación de la vulnerabilidad estructural en la cual se obtuvo como resultados que estas escuelas eran altamente vulnerables debido a las aberturas de las puertas y ventanas de las paredes longitudinales, creando con esto las llamadas columnas cortas que son potencialmente peligrosas, las paredes de relleno de mampostería son mucho más rígidas que los pórticos flexibles de acero y la interacción de fuerzas entre paredes y pórticos durante un terremoto fuerte podría causar seriamente daños.

Páez 2010, sostiene que las metodologías para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones, son repercusiones inducidas por las sollicitaciones sísmicas que actúan sobre la estructura y el grado de funcionalidad y seguridad que ésta pueda brindar a sus ocupantes luego de la acción esperada, dentro de esta vulnerabilidad estructural se debe tener especial cuidado en el comportamiento esperado de los elementos no estructurales y en el grado de debilidad que estos podrían llegar a tener ante la ocurrencia de cualquier evento sísmico y que podrían exponer su integridad la vida de los ocupantes.

Cruz 1991, en su estudio realizado en la evaluación de la vulnerabilidad estructural a los hospitales como respuesta a lo acontecido con el sismo de 1983 obtuvo como resultados que se debieron hacer reestructuraciones debido a los daños estructurales y no estructurales causados en los hospitales éstas reestructuraciones produjeron un cambio de actitud positiva ante los sismos en el

personal.

Texaj 2005, en su investigación sobre la determinación de la vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de las zonas 1,2,3 y 4 de la ciudad de Chimaltenango, obtuvo como resultado que de cada 100 estructuras existentes dentro del área evaluada siete son susceptibles de sufrir daños en más del 66 % de su área construida lo que equivale a 64 estructuras con posibilidad de daños severos de un total de 905 evaluadas en el sector, los índices de vulnerabilidad estructural en el sector son los siguientes: Mínima 70.17%, significativa 22.76%, Alta 4.64%, muy alta 2.43%.

1.1.2 Antecedentes nacionales

Palomino 2010, en su investigación sobre la Evaluación de Fallas en Muros de Albañilería en las instituciones educativas del Distrito de Salitral-Chimbote en el cual se evaluaron 24 ambientes de la infraestructura educativa del distrito de Salitral, dando como resultados que solo dos presentaban muros agrietados, los mismos que se han evaluado como severos, estos dos ambientes si requieren ser rehabilitados, los 22 restantes no presentan daños graves, por lo tanto no tienen alto grado de vulnerabilidad.

San Bartolomé 2010, en su investigación de diseño sísmico de edificaciones de albañilería confinada obtuvo como resultado que la falla por corte que se desarrolla en las edificaciones de mediana altura estructuradas con muchos muros, debe tomarse con naturalidad. Aunque esta falla sea frágil, su efecto no es negativo, siempre y cuando se adopten las siguientes precauciones:

proporcionar una adecuada densidad de muros para limitar los desplazamientos laterales inelásticos; diseñar a las vigas de acople como una primera línea resistente, para que disipen energía sísmica antes que se fracturen los muros; adicionar refuerzo horizontal cuando el esfuerzo axial sea excesivo; y, diseñar a las columnas de confinamiento como última línea resistente.

Reque 2006, en su investigación diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad para establecimientos de salud en el Perú sostiene que para las edificaciones que evidencien una vulnerabilidad alta se recomienda un estudio definitivo y su correspondiente reforzamiento estructural, mediante la incorporación de elementos estructurales que proporcionen mayor rigidez a estas.

1.1.3 Antecedentes locales

Bernal 2013, en su investigación sobre el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo King Kong del C.P. el Cerrillo Baños del Inca y Lark de Lambayeque obtuvo como resultado que los ladrillos fabricados artesanalmente en el C.P. el Cerrillo Baños del Inca sufrieron una falla violenta y frágil mientras que los elaborados industrialmente en la fábrica Lark de Lambayeque sufrieron una falla frágil.

En la Universidad Nacional de Cajamarca se tiene conocimiento de que existen 14 trabajos de investigación sobre albañilería confinada.

En la ciudad de Jaén hay una serie de construcciones de albañilería, sin embargo no se ha investigado sobre la vulnerabilidad estructural en muros de albañilería.

1.2 Bases teóricas.

1.2.1 La albañilería confinada

La albañilería confinada se caracteriza por estar constituida por un muro de albañilería simple enmarcado por una cadena de concreto armado, vaciada con posterioridad a la construcción del muro. El pórtico de concreto armado que rodea al muro sirve simplemente para ductilizar al sistema, esto es para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementando muy levemente su resistencia, por el hecho de que la viga (solera, collar) y las columnas son elementos de dimensiones pequeñas y con escaso refuerzo (san Bartolomé 1994).

1.2.1.1 Requisitos mínimos norma E-070

- El muro debe estar enmarcado en sus cuatro lados por elementos de concreto armado especialmente diseñados; esto se debe al carácter cíclico del efecto sísmico.
- La distancia máxima entre los confinamientos verticales (columnas) de ser 2 veces la distancia que existe entre los confinamientos horizontales(soleras); mas allá la acción de confinamiento se pierde, especialmente en la región central de la albañilería donde el tamaño de las grietas se vuelve incontrolable.
- El área mínima de las columnas de confinamiento debe ser:

$$A_c(\text{min}) = 20t(\text{cm}^2); \text{ donde } t = \text{espesor efectivo del muro}$$

Con respecto a la solera, esta puede tener un peralte igual al espesor de la losa del techo, con una área suficiente para alojar el refuerzo respectivo.

- El área de acero mínimo del refuerzo a emplear en los confinamientos verticales y horizontales debe ser:

$$A_s (\text{min}) > 0.1 f'_c A_c / f_y$$

- Los anclajes del refuerzo vertical y horizontal, así como los traslapes deben ser diseñados a tracción.
- En previsión del corrimiento de la falla diagonal en el muro sobre los elementos de confinamiento, debe existir concentración mínima de estribos en las esquinas del marco de confinamiento (San Bartolomé 1994).

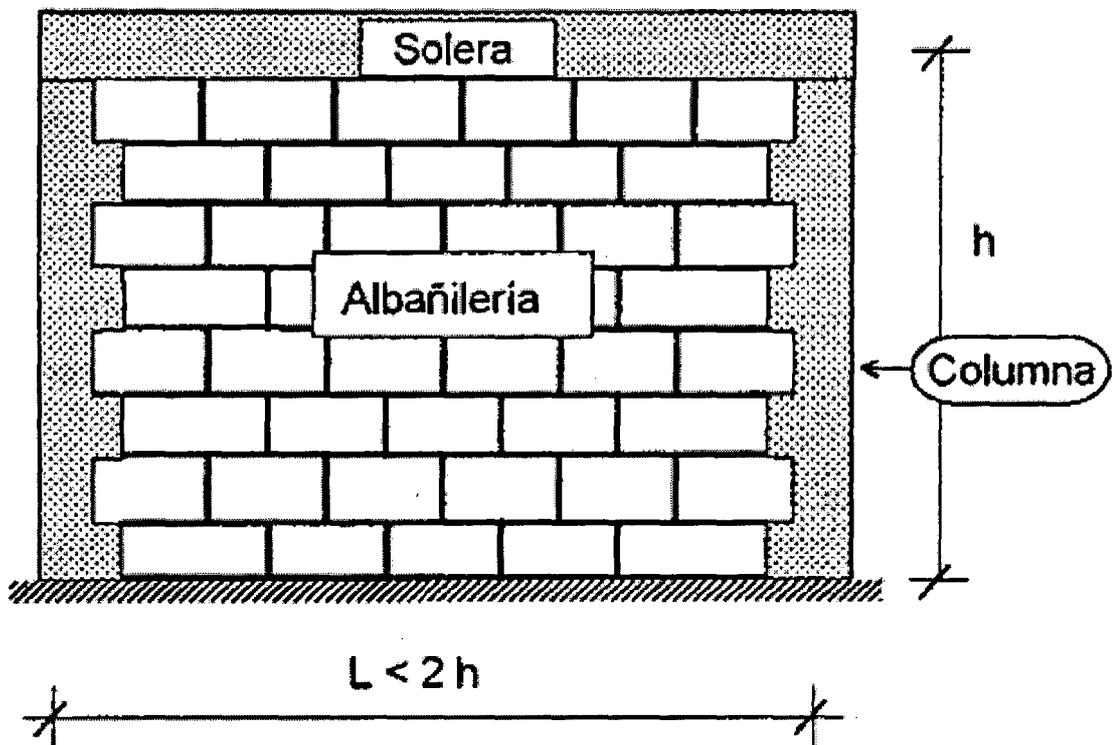


Figura 1. Requisitos mínimos para que un muro se considere confinado.

1.2.1.2 Características de las unidades de albañilería

La variedad de unidades que se emplean en los muros confinados es elevada; las principales son de arcilla (con moldeado artesanal o industrial), silico calcáreos (industrial) y bloques de concreto (artesanal o industrial), debe evitarse el uso de

unidades fisuradas o mal cocidas, debido a que representan el punto de debilidad por donde se inicia la falla del muro. Al respecto se debe tratar de cumplir las especificaciones que aparecen en la norma E-070 (san Bartolomé 1994).

- Al golpearse con un martillo deben tener un sonido metálico.
- No deben tener materias extrañas.
- No deben tener manchas salitrosas ni blanquesinas.
- Deben estar limpias de polvo y de gránulos suelto.

1.2.2 La Albañilería Frente Al Sismo

Los muros de albañilería sin refuerzo presentan importantes limitaciones para resistir acciones sísmicas debido a la baja capacidad de la albañilería para resistir tracciones y a su comportamiento frágil una vez que se produce el agrietamiento. Dadas estas características de la albañilería sin refuerzo, es necesario reforzar los muros y una forma de hacerlo es por medio de elementos esbeltos de hormigón armado (columnas y vigas de amarre) que confinan el paño de albañilería y que deben cumplir con los requisitos establecidos por las normas de diseño y cálculo de estructuras de albañilería (INN 1997, NTCM-2001).

El confinamiento se logra en la medida que las columnas y vigas enmarquen completamente el paño de albañilería proporcionándole ante acciones contenidas en el plano del muro capacidad de deformación lateral y de disipación de energía una vez que se agrieta el paño. Para lograr el confinamiento, se deben cumplir con los detalles siguientes:

- (i) El paño de albañilería se debe construir en primer lugar, dejando sus bordes verticales. "endentados", para luego colocar el concreto de los elementos de confinamiento.

- (ii) Los elementos de confinamiento no deben interrumpirse.

- (iii) Los paños de albañilería deben tener una forma aproximadamente cuadrada, debiéndose colocar columnas de confinamiento intermedio si es necesario.

- (iv) Los paños de albañilería no deben presentar fallas de aplastamiento por compresión. Por tal motivo, se recomienda el uso de unidades macizas o perforadas con un porcentaje reducido de perforaciones, menor que un 30% (Gallegos 1991).

El comportamiento de un muro de albañilería confinada depende de la calidad de la albañilería, de las dimensiones y de la cuantía de refuerzo de los elementos de confinamiento, del trabajo conjunto que se logre entre el paño de albañilería y los elementos de confinamiento, de la esbeltez del muro y de la existencia de armadura horizontal en el paño de albañilería. Las armaduras de refuerzo de los elementos de confinamiento deben resistir tanto las tracciones que producen los momentos de flexión debido a las acciones que actúan en el plano del muro como los esfuerzos de flexión y corte que producen las cargas perpendiculares al plano del muro (Paulay 1991).

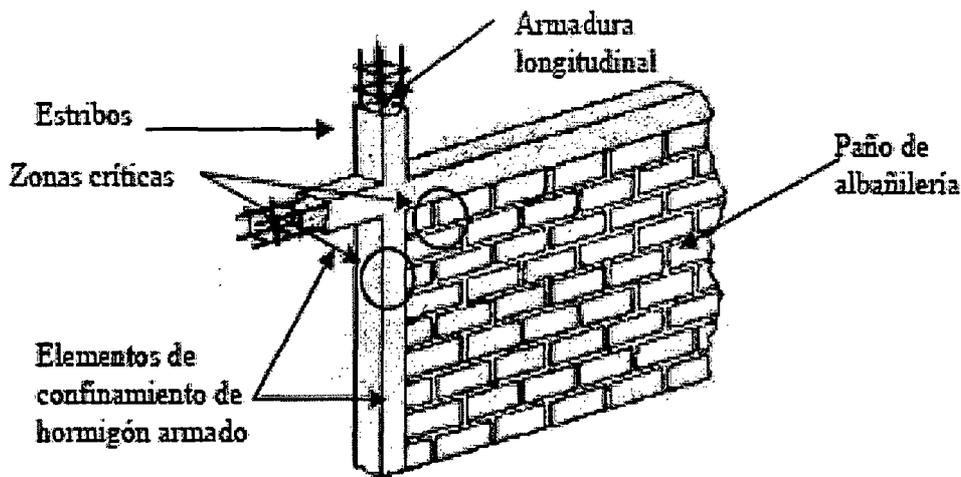


Figura 2. Configuración de un muro de albañilería confinada

1.2.2.1 Probables Causas de Falla. Los daños causados por los sismos en construcciones de albañilería, han sido con frecuencia muy severos y es común que el desempeño de estas construcciones se compare desfavorablemente con el de estructuras de acero y de concreto armado.

Sin embargo, la mayoría de las fallas se han presentado en construcciones de albañilería que no fueron objeto de un diseño estructural y que presentaban defectos obvios de estructuración, de construcción y de calidad de materiales (Abanto 2009).

1.2.2.2 Entre las Causas de Falla se Tiene.

- Muchas de las estructuras estaban construidas con materiales muy débiles como adobe o con ladrillos de muy baja resistencia, y no existía una unión adecuada entre los muros y el techo (diafragma rígido) y entre los muros transversales que se cruzaban.
- La distribución de los elementos resistentes es inapropiada, ya sea por la escasez de muros en una dirección o por la distribución asimétrica de estos, que causaba torsiones muy importantes en planta.

- También se aprecia que la mayoría de los casos ocurrieron en aquellos en que no existía ningún refuerzo en los muros (muro sin confinar), mientras que cuando la albañilería estaba reforzada con elementos verticales y horizontales en su perímetro (muro confinado), el comportamiento fue satisfactorio.
- Existencia de aberturas excesivas en las losas de techo que hacen que la hipótesis del diafragma horizontal rígido no se cumpla.
- Muros portantes que no llegan al terreno, originándose los llamados pisos blandos, es decir un primer piso de poca rigidez respecto a los pisos superiores.
- Edificaciones construidas con unidades de albañilería tubulares y perforadas con alto porcentaje de orificios perpendiculares a la cara de asiento (>25%) y con paredes muy delgadas, lo cual genera modos de falla muy frágiles a compresión (Gallegos 1991).

1.2.3 Tipos de Fallas:

Las construcciones de ladrillo han presentado las siguientes fallas:

- Falla por Corte
- Falla por Flexión
- Falla por Asentamiento Diferencial de la Cimentación.
- Falla por esponjamiento de suelo

1.2.3.1 Falla Por Corte. Es posible que primero se originen fisuras por flexión (incluso refuerzo vertical puede entrar en fluencia) degradando la rigidez, pero no la capacidad de carga. luego se producen las grietas diagonales y a partir de ese instante el muro se desplaza manteniendo su capacidad de carga (San

Bartolomé 1994).

Si un muro está confinado por un marco exterior, al estar sometido a una fuerza horizontal figura 1, tomará la forma mostrada en la figura 2, es decir se despega en dos de sus esquinas, actuando las fuerzas mostradas en la figura 3, estas fuerzas pueden idealizarse como una carga diagonal concentrada. En esta forma el muro solo sufrirá deformaciones por cortante, es decir horizontales, la falla a ocurrir tendrá dos alternativas: puede fallar por compresión en uno de los extremos cargados como se muestra en la figura 4 o puede hacerlo a través de una grieta a lo largo de la diagonal figura 5.

La falla por compresión, no se presenta como forma principal de falla, es típica de materiales de baja resistencia a la compresión en muros confinados en marcos muy rígidos y muros esbeltos.

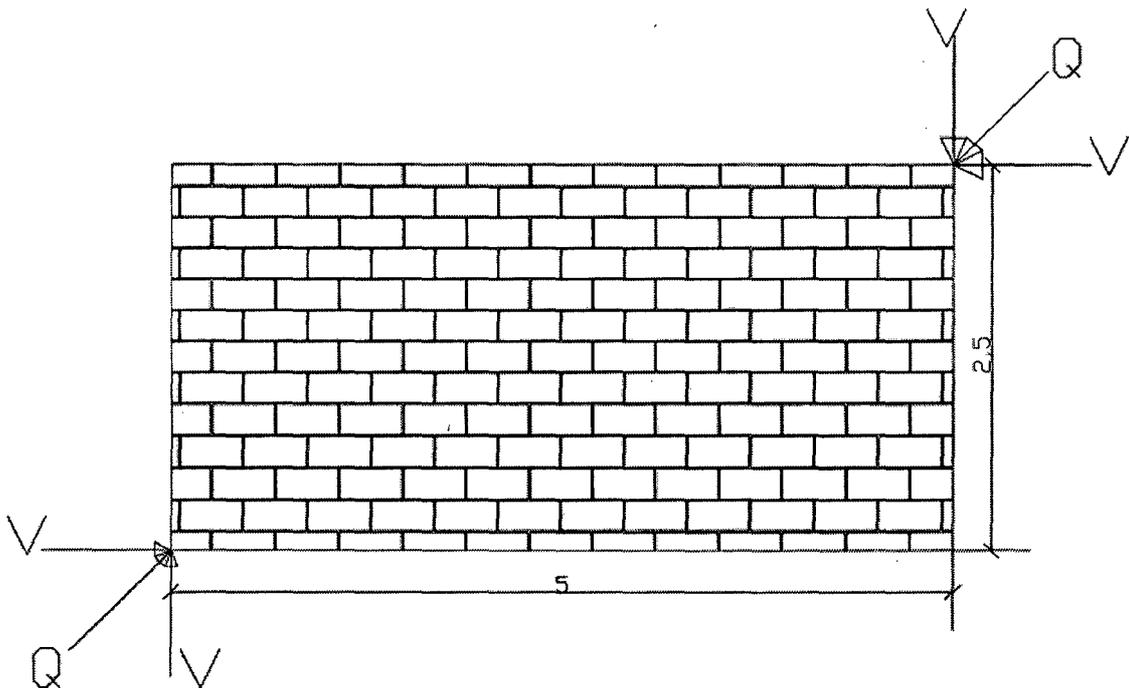


Figura 3. Fuerzas Sobre el Muro

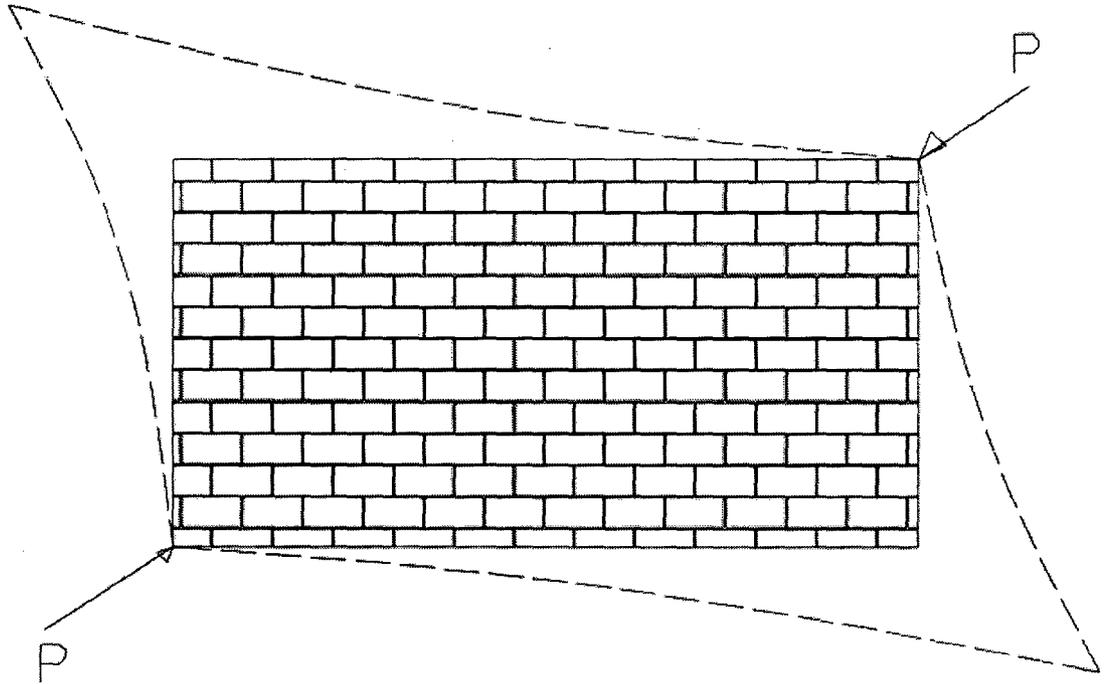


Figura 4. Deformación del Conjunto

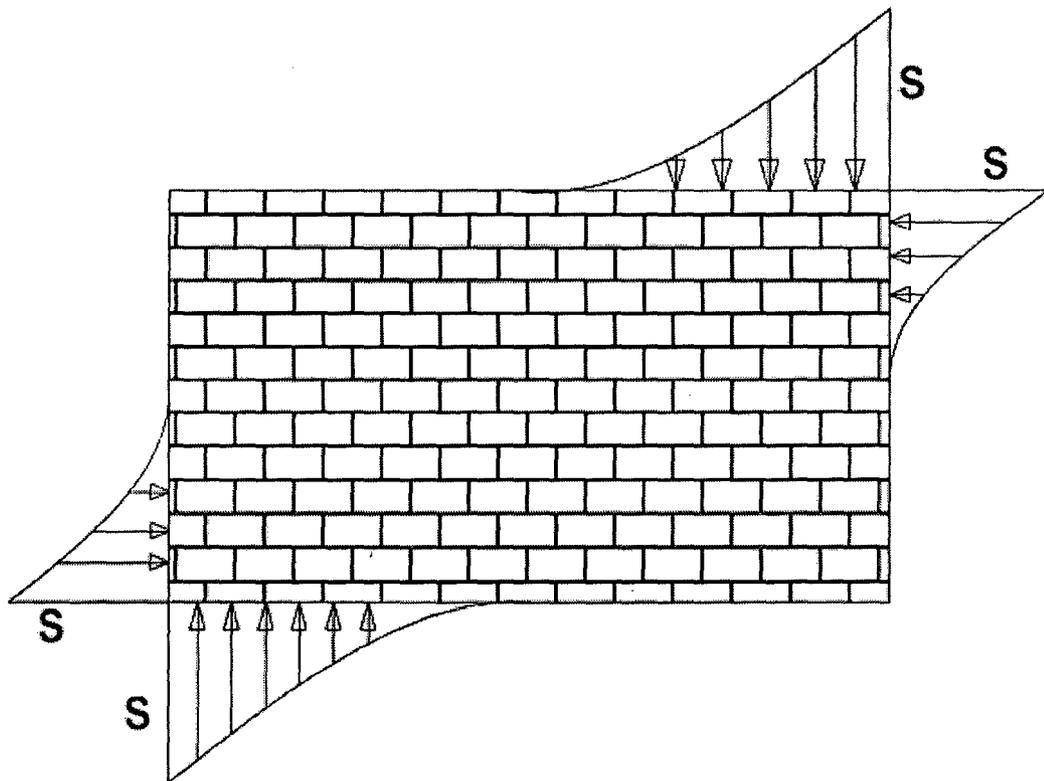


Figura 5. Fuerzas Sobre el Diagrama

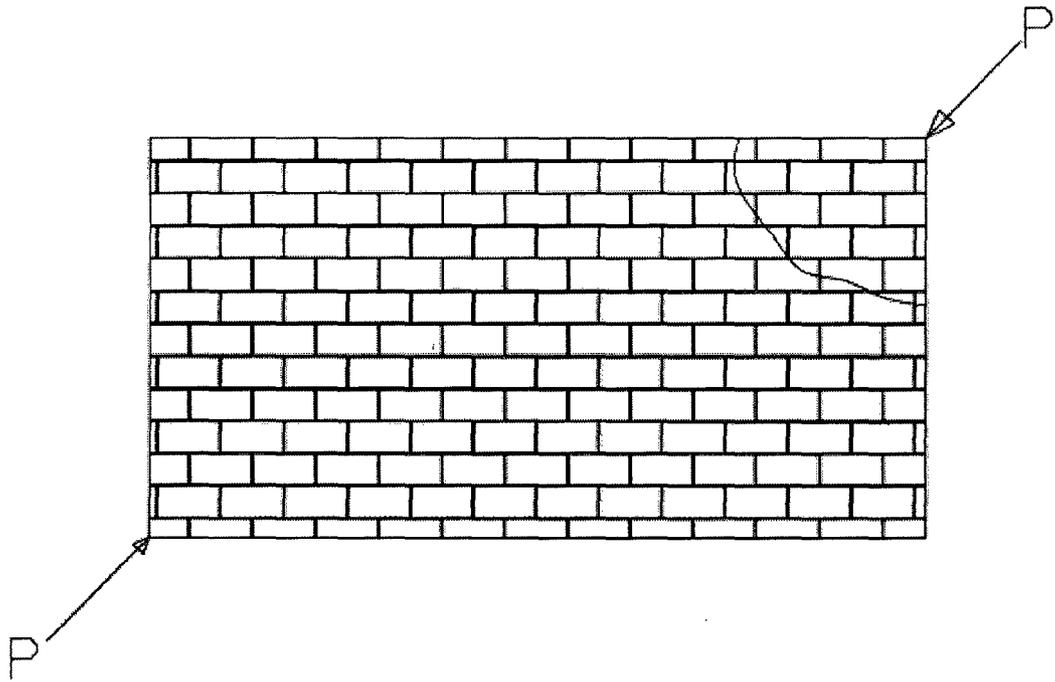


Figura 6. Falla en Compresión

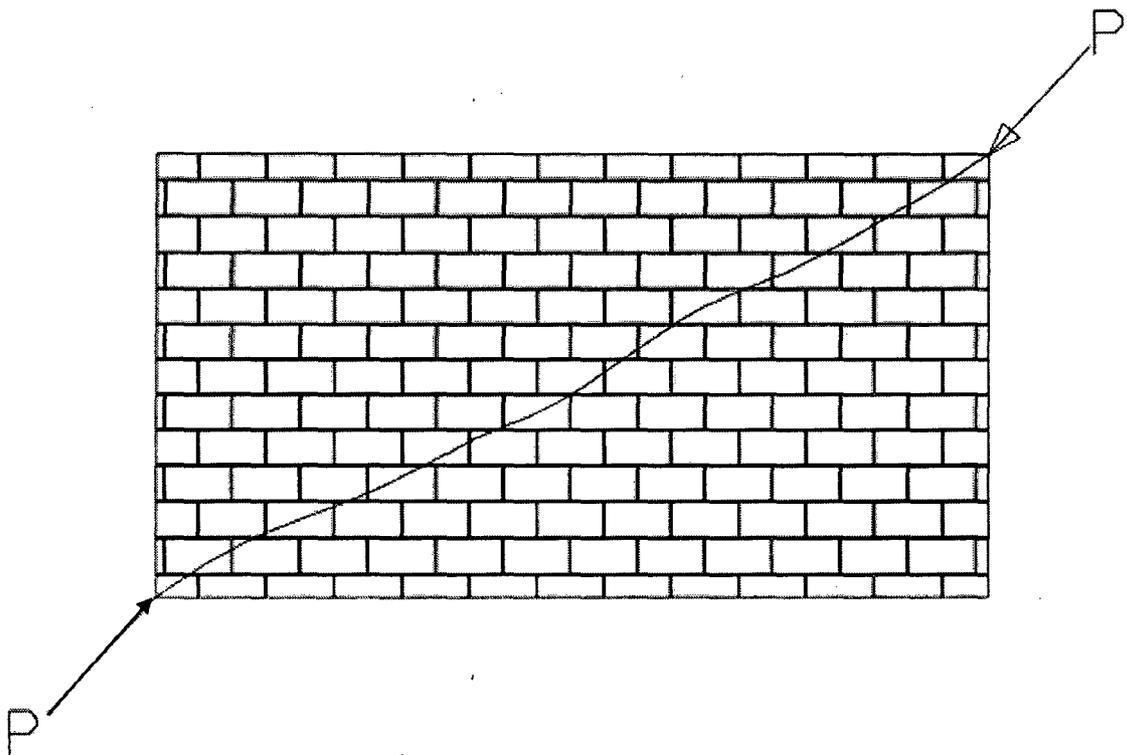


Figura 7. Falla por tensión diagonal

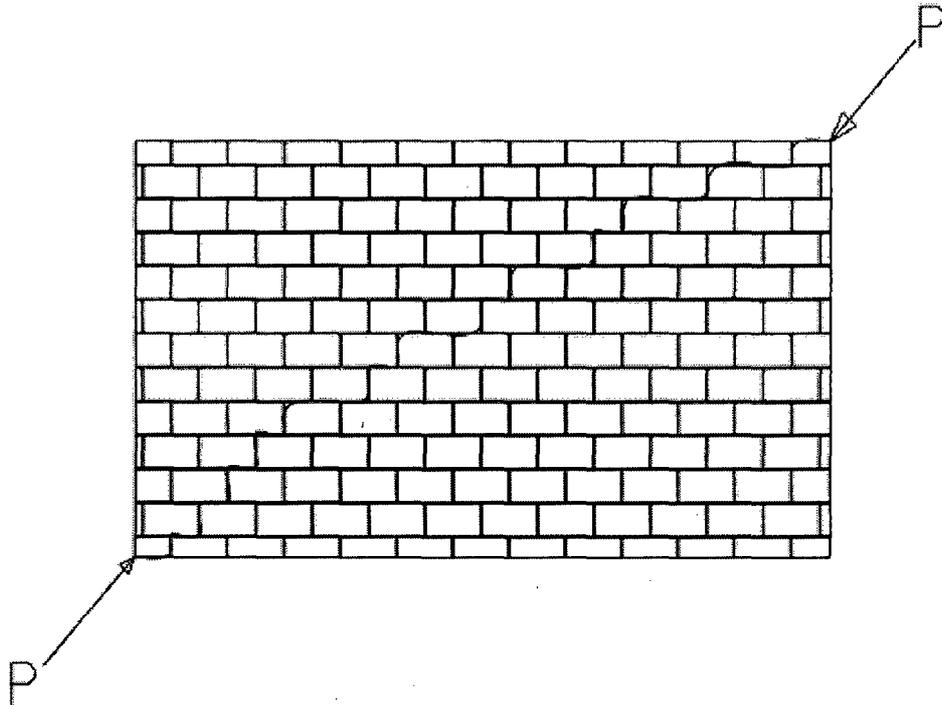


Figura 8. Falla por esfuerzo tangencial en las juntas

La falla a través de una grieta diagonal puede ser de dos tipos, dependiendo de las características de los materiales y de la distribución de los materiales inducidos. Puede ser una grieta de tracción, que atraviesa indistintamente los ladrillos y el mortero, como se muestra en la figura 5, sucediendo cuando la adherencia en las juntas es muy buena o si existe una carga vertical muy alta, que restringe por fricción el deslizamiento en las juntas; también es típica de muros esbeltos en los que el empuje a lo largo de la diagonal produce compresiones elevadas perpendicularmente a las juntas.

El otro tipo de grieta diagonal, se debe al deslizamiento de los ladrillos sobre las juntas, por efecto de esfuerzos tangenciales figura 6, esto ocurre cuando la adherencia entre el mortero y la unidad es deficiente.

El tipo de falla a lo largo de la diagonal no ocurre de pronto, sino que se desarrolla desde el centro hacia los extremos, cruzando finalmente las columnas de amarre

del paño, si es que estas no tienen la suficiente resistencia para contrarrestar la carga del puntual. Como la fuerza sísmica actúa en ambas direcciones, las grietas pueden ocurrir a lo largo de ambas diagonales (Abanto 2009).

La falla por corte que se desarrolla en las edificaciones de mediana altura estructurada con muchos muros, debe tomarse con naturalidad. Su efecto no es negativo siempre y cuando se adopten precauciones para limitar los desplazamientos laterales inelásticos, proporcionando una adecuada densidad de muros y diseñando a las columnas de confinamiento como última línea resistente (San Bartolomé 2010).

1.2.3.2 Falla Por Flexión. Existen dos tipos de fallas por flexión de acuerdo al plano en que se desarrollan estas:

Falla por Flexión en el Plano del Muro (escasez de vigas y columnas).

Falla por flexión perpendicular al plano del muro.

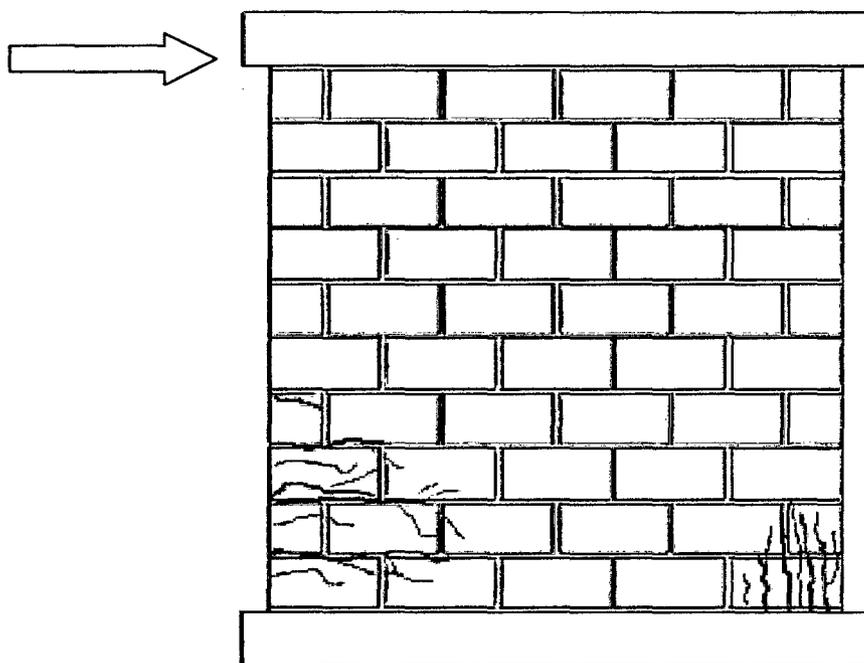


Figura 9. Falla por flexión

1.2.3.2.1 Falla por Flexión en el Plano del Muro. Ocurre generalmente en muros sin elementos de concreto armado, en los que al no existir restricciones al desplazamiento vertical en la parte superior de dicho muro, se originan momentos flexionantes que determinan la falla, debido a que la resistencia a tracción de la albañilería es mínima. En esta forma el muro trabaja como un elemento en voladizo, ocasionándose grietas horizontales en las juntas inferiores del muro en el lado en que está aplicada la fuerza horizontal. Cuando la carga horizontal es excesiva, en el otro extremo sometido a compresión ocurrirá una falla por aplastamiento en su parte inferior.

Dado que la albañilería es incapaz de soportar esfuerzos de tracción, se hace necesaria su reforzamiento con elementos de concreto armado, que puedan absorber estos esfuerzos (Abanto 2009).

1.2.3.2.2 Falla por Flexión Perpendicular al Plano del Muro. Este tipo de falla se origina por la poca inercia del muro en este sentido y cuando el arriostramiento en la parte superior del muro es deficiente. De acuerdo a esto último, los muros en presencia de fuerzas sísmicas vibran como membranas restringidas de movimiento, por los encuentros de paredes de los muros adyacentes y por estar fijadas en la parte inferior. Dicha vibración produce alternativamente esfuerzos de tracción y compresión en ambas caras del muro, y como la albañilería no resiste tracciones, aparecerán grietas verticales. Para evitarlo se colocan las vigas soleras o collar (Abanto 2009).

1.2.3.3 Falla por Asentamiento Diferencial. El asentamiento diferencial se presenta cuando el terreno es de baja capacidad portante y no se ha diseñado

una adecuada cimentación para este tipo de suelo. El asentamiento del suelo es debido al reacomodo de las partículas debido a la vibración ocasionada por un terremoto.

La forma típica de esta falla es una grieta vertical a todo lo alto del muro. Por eso es vital realizar el estudio de mecánica de suelos, para conocer realmente la resistencia del terreno y decidir qué tipo de cimentación le corresponde (Abanto 2009).

1.2.3.3.1 Las tres condiciones del movimiento

1.2.3.3.1.1 Una arcilla compresible. La primera de estas condiciones se refiere a la compresibilidad de esta arcilla, característica que está ligada a su grado de consolidación: los suelos finos peligrosos son las arcillas jóvenes, que no han tenido tiempo (geológico) suficiente de compactación por parte de estratos de sedimentos de suficiente potencia. Presentan por tanto una compresibilidad más o menos acusada, que los hace especialmente sensibles a la nueva puesta en carga que representa la nueva edificación (Alva 2009).

1.2.3.3.1.2 Cargas irregularmente repartidas. Dado que la primera circunstancia no es suficiente por sí misma y no suele acarrear ella sola los daños contemplados. Podría en cambio provocar el asentamiento del conjunto de la vivienda, de varios centímetros, si, por ejemplo, ésta estuviera cimentada mediante una losa que reparta bien las cargas. Se necesita, pues, una segunda condición: que las cargas transmitidas por la construcción no estén distribuidas uniformemente entre distintos puntos de apoyo. Este desequilibrio de esfuerzos en el suelo provoca lo que se llama un asentamiento diferencial, en el que se han representado puntos de apoyo cargados de forma

desigual, cimentados con zapatas de ancho diferente, y cuya incidencia en el terreno se puede asimilar a curvas envolventes denominadas bulbos de presión y que ayudan a comprender el mecanismo de compresión diferencial experimentado por esta capa (Alva 2009).

1.2.3.3.1.3 Una estructura frágil. Pero todavía es necesaria una tercera condición: en efecto, este asiento diferencial tenderá a deformar los muros de la edificación. Cada deformación de un muro de fábrica va acompañada de la aparición de tensiones en los revestimientos, sobre todo, a nivel de juntas entre ladrillos.

Los muros de fachadas son normalmente los más solicitados, ya que las esquinas de la edificación se encuentran más cargadas que las zonas intermedias (Alva 2009).

1.2.3.3.2 Consecuencias en los muros, los tabiques

Si se reúnen las tres condiciones, el muro se agrieta, siguiendo un esquema típico, en diagonal (que refleja la deformación indicada), y siguiendo las juntas de la obra de fábrica. Estas fisuras principales pueden ir acompañadas de fisuras horizontales bajo los forjados, incluso fisuras verticales en los cambios de material. Pueden prolongarse en el interior de la construcción, por ejemplo a los tabiques o a los alicatados afectan a todo el espesor del muro pudiendo en consecuencia producir filtraciones (Abanto 2009).

En los casos más frecuentes los asentamientos no superan unos pocos centímetros. Se estiman los asientos diferenciales en alrededor de la mitad del asiento absoluto y capaces de producir fisuras que toman entonces valores milimétricos (en general, entre 0,5 y 2 mm) a partir de un valor relativo del 1/500

es decir, 1 cm. para luces de 5 m(Abanto 2009).

La aparición de estas fisuras puede ocurrir al poco tiempo de la terminación de la construcción, o bien al cabo de varios años, según evolucione el grado de consolidación de la arcilla (Abanto 2009).

1.2.3.3.3 Asentamiento Tolerable

En todo EMS se deberá indicar el asentamiento tolerable que se ha considerado para la edificación o estructura motivo del estudio. El Asentamiento Diferencial no debe ocasionar una distorsión angular mayor que la indicada en la Tabla N° 1. En el caso de suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total (RNE -E050).

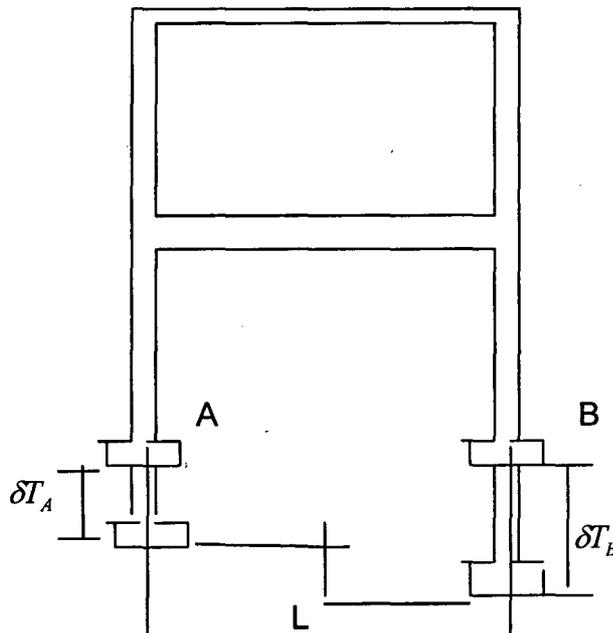


Figura 10. Asentamiento Diferencial

$$\text{Distorsión Angular} = \frac{\delta}{L}$$

δT_A = Asentamiento Total de A

δT_B = Asentamiento Total de E

δ = Asentamiento Diferencial

Tabla 1. Distorsión Angular = α

d/L	Descripción
1/150	Límite en el que se debe esperar daño estructural en edificios convencionales.
1/250	Límite en que la pérdida de verticalidad de edificios altos y rígidos puede ser visible.
1/300	Límite en que se debe esperar las primeras grietas en paredes.
1/500	Límite seguro para edificios en los que no se permiten grietas.
1/500	Límite para cimentaciones rígidas circulares o para anillos de cimentación de estructuras rígidas, altas y esbeltas.
1/650	Límite para edificios rígidos de concreto cimentados sobre un solado de espesor aproximado de 1.20 m.
1/750	Límite donde se espera dificultades en maquinaria sensible a asentamientos.

Fuente: RNE-E050

1.2.3.4 Fallas por esponjamiento del suelo. Las arcillas llamadas "expansivas" entrañan un peligro para la cimentación: asientos en periodo de sequía, levantamientos cuando el agua vuelve. Esta alternancia de asientos y levantamientos provoca daños en los muros. Los movimientos de cimentaciones sobre arcillas expansivas pueden acarrear grietas en los muros (Aguilar 2012).



Figura 11. Falla de muros por expansión de suelos

1.2.4 Estudio de mecánica de suelos

Son aquellos que cumplen con la norma E-050 que están basados en el metrado de cargas estimado para la estructura y que cumplen los requisitos para el programa de investigación. La información del estudio de mecánica de suelos es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe en el informe. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis conclusiones y recomendaciones del estudio de mecánica de suelos solo se aplicaran al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo, no podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones o para otro tipo de obra (RNE-E050).

1.2.4.1 Suelos expansivos.

Son suelos cohesivos con bajo grado de saturación que aumentan de volumen al humedecerse o saturarse. en las zonas en lasque se encuentren suelos cohesivos con bajo grado de saturación y plasticidad alta, el PR deberá incluir en

su EMS un análisis basado en la determinación de la plasticidad del suelo y ensayos de granulometría por sedimentación con la finalidad de evaluar el potencial de expansión del suelo cohesivo en función del porcentaje de partículas menores a 2mm (RNE-E050).

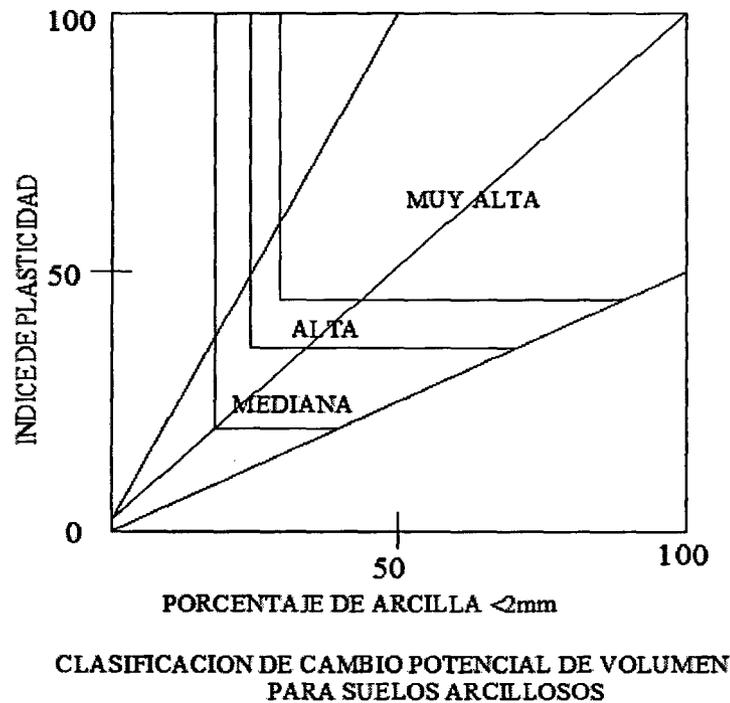


Figura 12. Clasificación de cambio potencial

1.2.4.1.1 Evaluación del potencial de expansión. Cuando se encuentren evidencias de la existencia de suelos expansivos deberá sustentar su evaluación mediante los resultados del ensayo para la determinación del hinchamiento unidimensional de suelos cohesivos según NTP 339.170(ASTM D 4648) ; las muestras utilizadas para la evaluación del hinchamiento deberán ser obtenidas de pozos a cielo abierto en condición inalterada (RNE-E050) .

Tabla 2. Clasificación de suelos expansivos

potencial de expansión	Expansión en consolidometro bajo presión de 7 kPa(0.07 Kgf/cm2)	Índice de plasticidad	Porcentaje de partículas menores que dos micras
%	%	%	%
Muy alto	>30	>32	>37
Alto	20-30	23-45	18-37
Medio	10-20	12-34	12-27
Bajo	<10	<20	<17

Fuente: RNE-E050

1.2.4.2 Cimentaciones en áreas de suelos expansivos

Las cimentaciones construidas sobre arcillas expansivas están sometidas a grandes fuerzas causadas por la expansión, las cuales provocan levantamiento, agrietamiento y ruptura en la cimentación y de la estructura por lo tanto no está permitido cimentar directamente sobre suelos expansivos. La cimentación deberá apoyarse sobre suelos no expansivos o con potencial de expansión bajo. Los pisos no deberán apoyarse directamente sobre suelos expansivos y deberá dejarse un espacio libre lo suficiente holgado para permitir que el suelo bajo el piso se expanda y no lo afecte (RNE-E050).

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Figura 13. Simbología de suelos

1.2.5 Evaluación de edificaciones de mampostería existente

La rehabilitación de un edificio requiere de evaluaciones de un profesional dependiendo de la importancia del diseño así como también del tiempo y recursos, a diferencia de un edificio nuevo el evaluador se enfrenta a un sistema que ha sido diseñado atendiendo reglamentos y normas anteriores a los actuales. En algunos casos, la estructura no fue diseñada ni construida según una norma, tal como ocurre en el sector de la autoconstrucción. Antes de iniciar cualquier actividad relacionada a la evaluación, se requiere una planeación cuidadosa de modo de asegurar que se logre cabalmente comprender las causas que originan cualquier agrietamiento (Alcocer 1997).

De los procesos de rehabilitación de una edificación, la evaluación constituye el paso quizá más importante puesto que de acuerdo con su definición vendrá la decisión de la intervención. Acertar en la evaluación representa el éxito de la inversión y por supuesto en la solución de los problemas causantes.

Para la evaluación de estructuras de concreto no resulta fácil señalar una indicación única para la interpretación de un deterioro en particular ya sea por la presencia de una fisura, deterioro, mancha o anomalía. Una misma manifestación de daño en un caso puede interpretarse asociada a una causa que puede variar en circunstancias diferentes dentro de la mecánica estructural (Muñoz 2001).

Por ejemplo, una fisura asociada a la flexión puede en un caso significar falta de acero de refuerzo por diseño deficiente aunque en otros casos puede asociarse a

la presencia de una sobrecarga. La inapropiada interpretación del funcionamiento estructural puede llevar a un equivocada evaluación y por lo mismo a unos inadecuados procesos de intervención como sucede por ejemplo con la dilatación que se forma en una placa de entepiso en el denominado sector de la plataforma, derivado del normal comportamiento estructural tomado en cuenta las recomendaciones geotécnicas y lo previsto en el diseño estructural cuando se decide independizar cada sector estructural tanto en el tipo de cimiento como en el resto de la estructura (Muñoz 2001).

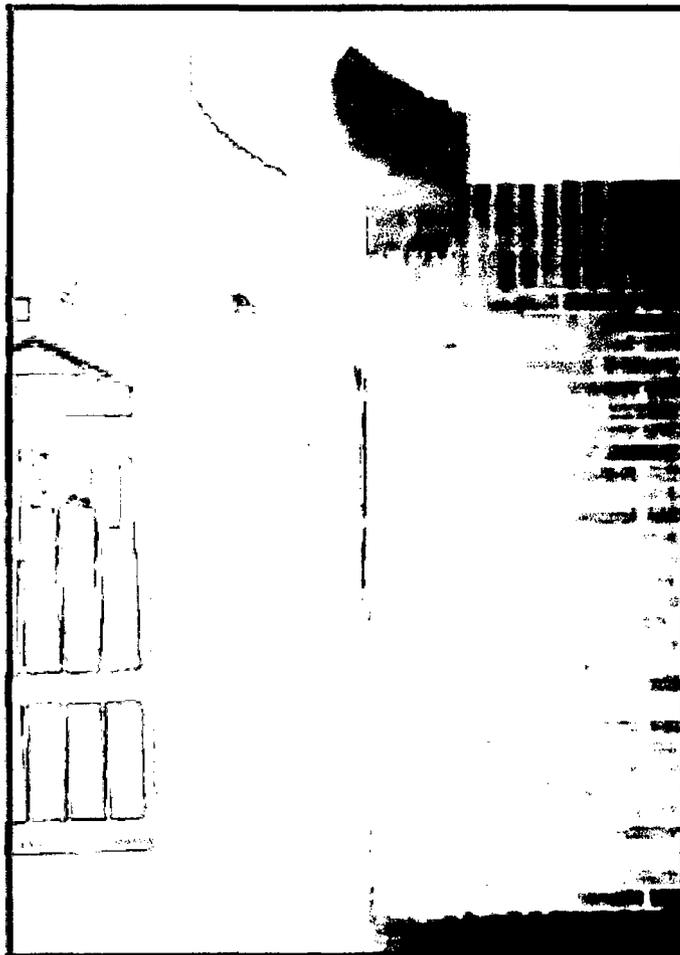


Figura 14. Dilatación en la placa de la plataforma de un piso donde aparentemente se ha formado una fisura indebida.

1.2.6 Tipos de inspección

Dependiendo de la circunstancia que haya causado la realización de la inspección a un inmueble, se hará necesario desarrollar a menor o mayor profundidad una evaluación que permita comprender la naturaleza de las afectaciones. En cualquier caso se requiere suficientes conocimientos y criterio de parte del profesional que efectúa la evaluación puesto que de la fundamentación y responsabilidad de sus apreciaciones podrán derivarse procesos de mayor o menor intervención con los consiguientes efectos sobre la edificación. La observación y análisis permiten determinar las causas de las manifestaciones de daño que pocas veces se encuentran de manera evidente y las más cuando se trata de una combinación de circunstancias. De acuerdo con el alcance que se desee señalar en una investigación, podemos distinguir las siguientes clases de inspección (Muñoz 2001):

- Inspección detallada
- Inspección preliminar



Figura 15. La inspección de un inmueble requiere familiaridad y conocimientos con los aspectos de comportamiento y mecánica de las estructuras.

1.2.6.1 Inspección preliminar.

El propósito de esta inspección es el de evaluar de manera inicial o preliminar las condiciones en que se encuentra una edificación. Se trata de recorrer el inmueble y mediante una fundamentada observación formarse una idea clara y precisa del estado general, evaluar el tipo de problemas que la afectan con lo cual, se determina si es necesario pasar a una inspección más rigurosa.

Puede ocurrir, sin embargo que la inspección preliminar determine la necesidad de una investigación detallada y rigurosa como veremos enseguida pero la Inspección Preliminar representa una muy buena oportunidad para conocer sobre el estado de las edificaciones y probablemente algún daño por incipiente que parezca descubierto en esta etapa evitará un mayor costo de la reparación que si se determina tardíamente, esta Inspección Preliminar se realiza sin ningún tipo de equipo y se excluye la ejecución de pruebas puesto que solamente derivado de la inspección preliminar se procederá a formular una inspección más profunda o detallada (Muñoz 2001).

Tabla 3. Aspectos generales de la edificación

ITEM	OBSERVACIONES
Dirección	
Localización	
Propietario	
Ciudad	
Número de pisos	Originales y ampliaciones
Tipo de inmueble	Casa, edificio, bodega
Tipo de cubierta	Placa, Tejas
Área de la construcción	Por piso y total
Año de la construcción	Puede ser aproximada
Fechas de otras intervenciones	
Unidad Independiente	Apartamento o edificio
Constructor	Matricula profesional
Arquitecto diseñador	Matricula profesional
Diseños de ingeniería	Estudio de suelos, Diseño estructural
Uso e historia de utilización	Vivienda, oficinas, comercio
Estudios previos	
Planos de construcción	Planos de la obra o de intervenciones anteriores
Materiales predominantes	Mampostería, Concreto, madera
Normas Utilizadas	
Documentos de obra	Bitacora, memorandos, correspondencia
Medio ambiente	Ampliar información dado su importancia
Condiciones topográficas	Evidencia de alteraciones
accidentes geotécnicos	

Tabla 4. Referencias del informe preliminar.

ITEM	OBSERVACIONES
Antecedentes de la edificación	
Evaluación visual	
Daños y anormalidades	
Humedades	
Manchas	
Fisura o grietas	
Propuestas para	
Mediciones	
Zonas de evaluación	
Ensayos recomendados	
Recomendaciones inmediatas	
Plan del trabajador posterior	

1.2.6.2 Inspección detallada.

Cuando la Inspección preliminar lo recomienda o la evidencia de los daños lo hace necesaria, se realiza un tipo de Inspección que llamaremos inspección detallada por cuanto las condiciones y circunstancias presentes en la edificación exijan una exhaustiva investigación, la Inspección Detallada cubre un conjunto de acciones que deben seguirse de forma secuencial y programada y cubre entre otras, las siguientes labores (Muñoz 2001):

- Investigación documental.
- Inspección visual detallada.
- Levantamiento gráfico de daños.

1.2.6.2.1 Investigación documental. Es evidente que el primer paso de la evaluación de una edificación será la recopilación de toda la información escrita, dibujada o esquematizada relativa al proyecto o ejecución de la construcción. Se incluye dentro de los documentos, el diseño arquitectónico, el estudio geotécnico o de suelos, el proyecto estructural, memoria de los cálculos, libro de obra, registros de interventoría, etc. Sin descartar los antecedentes que puedan existir inclusive sobre comportamiento de las edificaciones aledañas (Muñoz 2001).



Figura 16. Las estructuras expuestas al intemperismo se ven afectadas.

Dependiendo de la antigüedad del inmueble es probable que en edificaciones realmente antiguas no existan documentos técnicos que den apoyo a la búsqueda de los antecedentes de la construcción pero habrá que agotar la búsqueda de datos probablemente en archivos o crónicas históricas incluyendo revistas, periódicos, libros, etc. y aún la crónica de personas mayores que cuentan sobre diversos aspectos que rodearon la ejecución de una edificación (Muñoz 2001).

1.2.6.2 Inspección visual detallada. El propósito de realizar un detallado inventario de los daños mediante un levantamiento, es el determinar el grado de compromiso de la estructura por tales efectos además de permitir la cuantificación de la rehabilitación.

Se deben efectuar las anotaciones lo más precisas posibles indicando el área afectada, la longitud que cubre el daño, tamaño de las fisuras y características

principales. Se debe elaborar a medida que se van requiriendo una clasificación o nomenclatura de los daños para lo cual es necesario establecer un glosario de términos como el siguiente, adoptado del ACI (Muñoz 2001).

1.2.6.2.3 Levantamiento grafico de daños. Se debe realizar un recuento fotográfico detallado y concordante con el levantamiento de daños mediante fotografías que sustenten cada patología con una breve descripción de ella señalando como referencia el lugar que le corresponde dentro del área en consideración (Muñoz 2001).



Figura 17. Ejemplo del recuento fotográfico.

1.2.6.3 Elaboración del Informe de Inspección detallada

La ejecución de un Informe de evaluación está supeditado a la condición del estudio y sus particularidades. El lenguaje debe ser sencillo, claro y específico con el debido soporte técnico y científicos que demuestren la naturaleza del daño y la propuesta de intervención.

A manera de recomendación se propone la realización de un Informe que contenga cada uno de los aspectos analizados durante la Inspección que de manera general se recomienda la siguiente tabla de contenido (Muñoz 2001).

Tabla 5. Contenido del Informe de Inspección detallada.

TEMATICA	CONTENIDO
Introducción	Alcance y motivación para la realización del estudio breve descripción de la edificación y su entorno.
Investigación Documental	Resultados de la investigación documental, desarrollo histórico, lista de documentos recopilados.
Inspección Visual	Descripción de la inspección visual y condiciones de servicio. ⁴
Levantamiento de daños Recuento topográfico evaluación de daños conclusiones recomendaciones constructivas especificación de materiales anexos anunciados	

1.2.7 Vulnerabilidad Estructural

Se refiere a que tan susceptibles a ser afectados o dañados los elementos estructurales de una edificación o estructura frente a las fuerzas sísmicas inducidas en ella y actuando en conjunto con las demás cargas habidas en dicha estructura. Los elementos estructurales son aquellas partes que sostienen la estructura de una edificación, encargados de resistir y transmitir a la cimentación y luego al suelo; las fuerzas causadas por el peso del edificio y su contenido, así como las cargas provocadas por los sismos. Entre estos elementos se encuentran las columnas, vigas, placas de concreto, muros de albañilería de corte (Fernández 2010).

1.2.7.1 Vulnerabilidad Estructural de muros

La vulnerabilidad estructural de muros de albañilería se evalúa por el daño presente en los muros, midiendo el ancho de agrietamientos que presentan, esta vulnerabilidad puede ser baja, media y alta. La evaluación y su análisis consistirá en evaluar cada edificio por separado y en dos direcciones principales, se obtendrá un resultado de la vulnerabilidad por edificio (Fernández 2010).

1.2.7.2 Métodos para la determinación de la vulnerabilidad Estructural

Para la determinación de la vulnerabilidad estructural, existen métodos de análisis cualitativos y cuantitativos de distinto grado de complejidad, en concordancia con el objetivo que se persigue al determinarla.

Los métodos cualitativos utilizan características generales de la estructura para

calificarla. Generalmente están asociados a índices globales que han sido calibrados con la experiencia siniestral de estructuras existentes, que permiten identificar la vulnerabilidad en términos generales y en algunos casos el nivel de daño.

Los métodos cuantitativos se basan en análisis que no por exhaustivos son necesariamente más precisos. Típicamente son extensiones propias de los procedimientos de análisis y diseño antisísmico recomendados por las normas modernas (Gallegos 1986).

1.2.7.2.1 Niveles de severidad en muros de albañilería

Apartir de los ensayos y de la experiencia vividos se puede decir que las fisuras que están en el orden 1/3000 son fisuras reducidas y cuando ya alcanzan fisuras en el orden de 1/100 los daños son no solo inaceptables si no prácticamente irreparables (Gallegos 1991).

En base a estos estudios ICG dio a conocer la tabla 1 en la cual se pueden evaluar los muros de acuerdo a la apertura de la falla y clasificarlos de acuerdo a sus niveles de severidad para que de esta manera se pueda observar la vulnerabilidad del paño del muro de albañilería (ICG 2009).

Tabla 6. Niveles de severidad en muros de albañilería

Indicadores	Niveles de Severidad		
	Moderado	Fuerte	Severo
agrietamiento por corte	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
agrietamiento por flexión	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
agrietamiento por Asentamiento diferencial	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
agrietamiento por esponjamiento	a<3mm	3 - 10mm	>10mm

Fuente. ICG 2009

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

1.3.2 Albañilería

Material estructural compuesto que, en su forma tradicional está integrado por unidades asentadas con mortero. En consecuencia es un material de unidades débilmente unidas o pegadas. Este hecho permite afirmar que se trata de un material heterogéneo y que tiene por naturaleza una resistencia a la compresión elevada dependiendo de la propia unidad y una resistencia a la tracción reducida (Gallegos 1991).

1.3.3 Albañilería Confinada

La albañilería confinada puede ser reforzada confinándola con elementos de concreto armado que enmarcan los paños de albañilería. Este procedimiento se aplica casi exclusivamente con ladrillos macizos o perforados con no más de 30% del área bruta como área alveolar, para evitar fallas frágiles en compresión (Arango 2002).

1.3.7 Unidad de albañilería

Es el componente básico para la construcción de la albañilería. Estas se elaboran de materias primas diversas; la arcilla, el concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal son las principales.

Las unidades se denominan ladrillos o bloques los ladrillos se caracterizan por

tener dimensiones particularmente el ancho y pesos que lo hacen manejable con una sola mano (Abanto 2009).

1.3.5 Agrietamiento

es la causa más frecuente de fallas en el comportamiento de la albañilería esto se produce por deformaciones que inducen esfuerzos de la resistencia en tracción.

La deformación puede ser inducida por la imposición de cargas o por restricciones al cambio volumétrico de los materiales. Los cambios volumétricos incluyen los originados en las variaciones de temperatura o de humedad, en la presencia temporal del agua en la cristalización de sales y en la corrosión (Gallegos 1991).

1.3.6 Fisura.

Es una abertura en la superficie del muro o su revestimiento. Su identificación se realiza según su dirección, ancho y profundidad utilizando los siguientes adjetivos: longitudinal, transversal, vertical, diagonal, o aleatoria.

1.3.7 Deterioro

Se denomina deterioro cualquier cambio adverso de los mecanismos normales, de las propiedades físicas o químicas o ambas en la superficie o en el interior del elemento generalmente a través de la separación de sus componentes.

1.3.8 Muro confinado

Son los de aplicación más difundida en las construcciones de albañilería de altura media de uno a cuatro pisos y los que han sido estudiados en años recientes tanto analítica como experimental con mayor profundidad y detalle, este muro está enmarcado por elementos de refuerzo en sus cuatros lados satisfaciendo las condiciones por las que existe (Abanto 2009).

1.3.9 Muro de arriostre

Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral (Abanto 2009).

1.3.10 Tabique

Muro no portante separador de ambientes el cual no tienen ningún funcionamiento estructural (Abanto 2009).

1.3.11 Mortero

La construcción tradicional de albañilería utiliza unidades asentadas con mortero. El mortero cumple la función de asumir las inevitables irregularidades de las unidades y sobre todo la de unir las o adherirlas con la relatividad, estabilidad en el proceso constructivo proveyendo rigidez en la hilada para permitir el asentado de la siguiente hilada, el mortero es una Mezcla de arena, cemento y

agua en proporciones adecuadas (Arango 2002).

1.3.12 Confinamiento

Conjunto de elementos de refuerzo, horizontales y verticales cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante (Gallegos 1991).

1.3.13 Junta

Espacio horizontal de muro compuesto relleno de mortero comprendido entre dos unidades de albañilería (Abanto 2009).

1.3.14 Muro Portante

Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y/o verticales de un nivel a un nivel inferior y/o la cimentación, para que este tipo de muro califique como confinado debe estar enmarcado en sus cuadro bordes por elementos de concreto armado (Abanto 2009).

1.2.15 Falla

Condición no deseada que hace que el elemento estructural no desempeñe la condición por la que existe permitiendo que esta colapse esto se puede dar por factores propios de los materiales que componen al elemento estructural. (Gallegos 1991).

1.2.16 Severidad

Es el grado con el que se evalúa las fallas y deficiencias que presenta los muros de albañilería en todo el paño; esta evaluación se define a través de una severidad moderada, fuerte y severa (Gallegos 1986).

1.2.17 Estudio de mecánica de suelos

Conjunto de exploraciones e investigaciones en el campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tienen por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las sollicitaciones estáticas y dinámicas de una edificación (RNE-E050).

1.2.18 Cimentación

Puesto que la función de los muros portantes es transmitir las cargas al terreno, es necesario que estos muros estén dotados de cimentación, un ensanchamiento del muro en contacto con el terreno que evita que el muro "punzone" se clave en el terreno. La cimentación de los muros de carga adopta la forma de zapata Lineal o zapata corrida (Gallegos 1986).

1.2.19 Suelos.

Denominación general aplicada a todo el material que forma los primeros metros de la parte superficial de la corteza. Dependiendo de su composición en términos de la cantidad relativa de arena, grava, y suelos más finos se clasifica en distintas

categorías que normalmente se pueden asociar a diferentes formas de comportamiento de las estructuras (Gallegos 1986).

CAPITULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Localización

Región	: Cajamarca
Provincia	: Jaén
Distrito	: Bellavista
Localidad	: San Agustín

La Región Cajamarca está ubicada en la sierra norte del Perú entre los paralelos 4° 30' y 7° 45' de latitud sur y los meridianos 77° 30' y 79°. Políticamente está dividido en 13 provincias y 127 distritos, con una extensión superficial de 33,317.54 Km² que representa el 2.8 % de la superficie total del país.

Limita por el norte con la república del Ecuador, por el sur con el departamento de La Libertad, por el este con el departamento de Amazonas y por el oeste con los departamentos de Lambayeque y Piura.

La ciudad de Jaén se encuentra localizada al norte del Perú a 5°42'15'' de Latitud Sur y a 78°48'29" de Longitud Oeste y a una altura de 729 m.s.n.m con temperatura promedio 22 °C que oscilan entre 8.5° C y 36° C de tal manera que los procesos constructivos varían en función a dichas temperaturas y épocas.

El Distrito de Bellavista es uno de los doce distritos de la Provincia de Jaén, ubicado en la región de Cajamarca, Por el norte limita con el río Tabaconas que lo

separa de la provincia de San Ignacio, por el noreste con el río Chinchipe que lo separa del distrito de Santa Rosa, por el este y sureste con el río Marañón que lo separa de la provincia de Bagua - Departamento de Amazonas-, por el sur con el río Chamaya, y por el suroeste con los distritos de Jaén, Huabal y Las Pirias, y por el oeste con el distrito de San José del Alto. El distrito posee una extensión de 870,55 km², incluye 85 centros poblados y su capital, Bellavista, se encuentra a 431 msnm.

El clima es el propio de los pueblos de la selva alta, es decir cálido y húmedo en la parte baja y templado o moderadamente frío en la parte alta, la temperatura oscila entre 35° y 38°, en la parte baja y entre 25° y 28° en la parte alta, siendo la época más calurosa entre los meses de octubre a diciembre y la de mayor precipitación, el período comprendido entre enero a marzo.

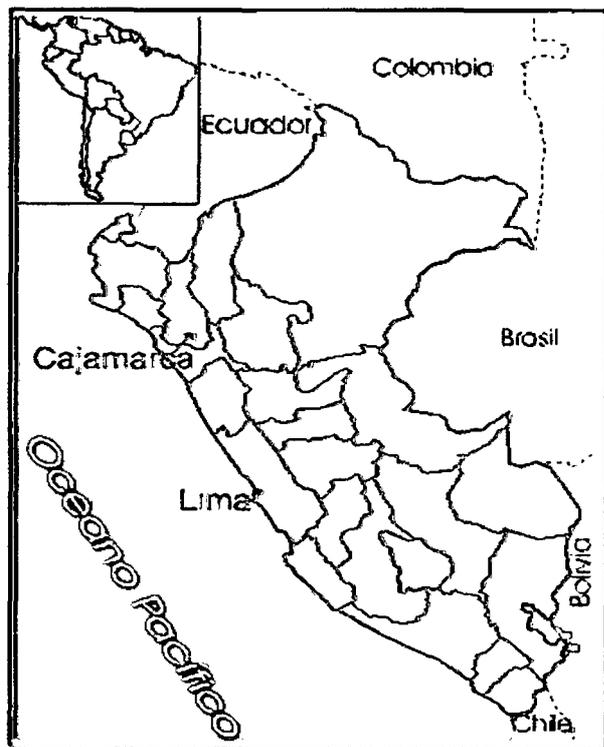


Figura 18. Mapa del Perú y sus 24 Departamentos

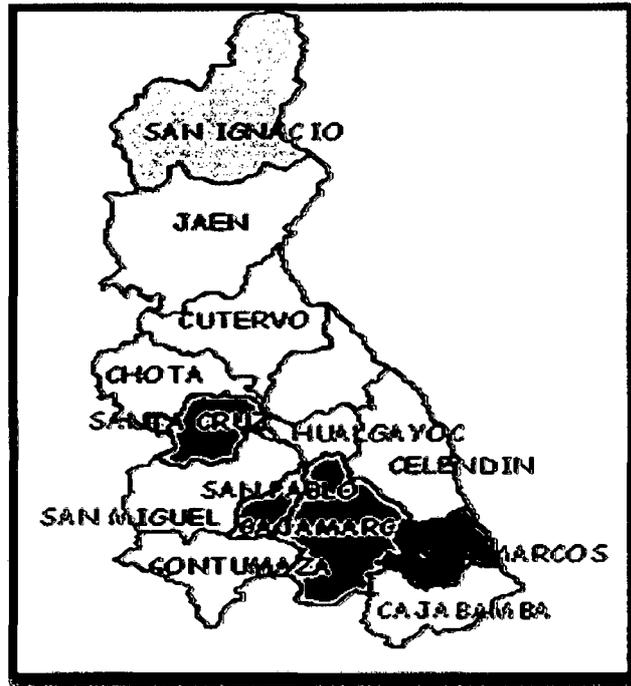


Figura 19. Mapa del Departamento de Cajamarca y sus Provincias



Figura 20. Mapa de la Provincia de Jaén y sus Distritos



Figura 21. Mapa del Distrito de Bellavista y sus Caseríos

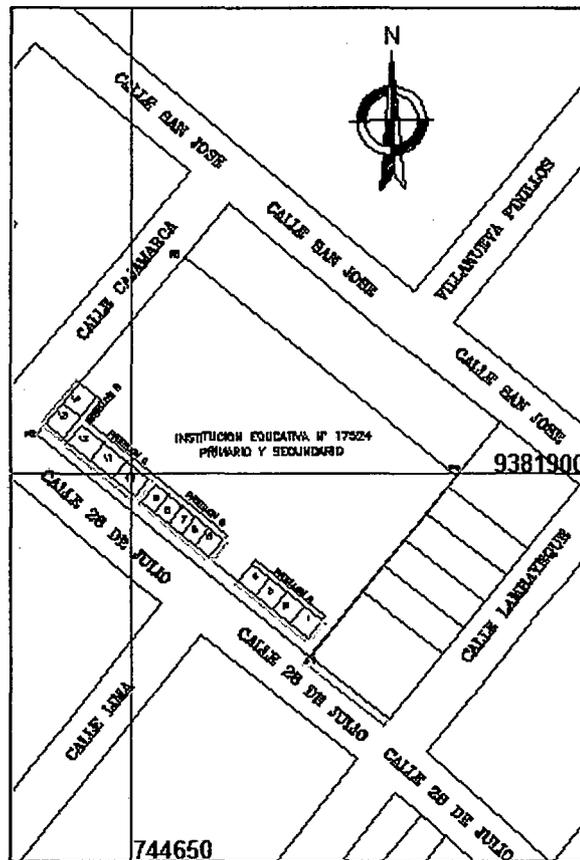


Figura 22. Mapa de Ubicación de la I.E N° 17524 respecto a San Agustín

2.2 Tiempo o época

La investigación se realizó en el mes de Marzo del 2013 en una época donde había bastante lluvia y a la vez bastante sol en la localidad de San Agustín la cual pertenece al distrito de Bellavista.

2.3 Materiales de la investigación

Los materiales objetos de mi investigación fueron los muros de la I.E N° 17524 de la localidad de San Agustín.

2.4 Otros materiales y equipos

Los materiales y equipos que se usaron en la investigación se detallan la tabla 2

Tabla 7.- materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales o equipos	Especificaciones técnicas	Método de Preparación	unidad(S.I)	Marca o Modelo
Cámara Fotográfica	zoom óptico de 4x 7 mega pixeles flash automático	Manual	1	Sony cyber shot
vernier	rango de 600mm escala inferior 1/1000 mm escala superior 1/20mm acero inoxidable ajuste fino para medidas precisas	Manual	1	CID-24
galgas	longitud de las hojas 100mm acero inoxidable	Manual	1	804.AM
wincha	20 hojas de 0,05 a 2mm 50 metros de longitud cinta métrica de plástico	Manual	1	Stanley

2.5 Definición y operacionalización de las variables

Tabla 8. Cuadro de operacionalización de variables

Variable s	Definición conceptual	Definición operacional			
		Indicadores	Índice/Ítem		
			Severidad		
			Moderado	Fuerte	Severo
Las fallas en muros de albañilería confinada en muros	Las fallas en los muros es una condición no deseada que hace que el elemento estructural no desempeñe la condición por la que existe, las cuales pueden ser producidas por malos estudios geotécnicos o estructurales produciendo de esta manera fallas por asentamiento, fallas por esponjamiento, fallas por corte y fallas por flexión	agrietamiento por corte	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
		agrietamiento por flexión	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
		agrietamiento por Asentamiento diferencial	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
		agrietamiento por esponjamiento	a<3mm	3 - 10mm	>10mm
grado de vulnerabilidad estructural de los muros	Se refiere a la susceptibilidad que la estructura(muro) presenta frente a posibles daños en aquellas partes que la mantienen en pie ante un sismo severo tales como son falla por corte, falla por flexión y falla por asentamiento diferencial y falla por esponjamiento	falla por corte		% por corte	
		falla por flexión		% por flexión	
		Falla por asentamiento diferencial		% por asentamiento diferencial	
		falla por esponjamiento		% por esponjamiento	

2.6 Diseño Metodológico

En general el estudio que se ha realizado es una investigación aplicada, Cuantitativo, descriptiva comparativa, primaria, no experimental, transversal, campo y unidisciplinaria.

Es aplicada por que se utilizó la práctica de conocimientos de ingeniería para solucionar el problema.

Es Cuantitativo por que se trabajó con números y por lo tanto es medible, por lo tanto deben ser cuantificados y redactados como algo que existe y que puede ser observado por alguien que esté evaluando la investigación.

Es descriptiva comparativa por que se describió la realidad sin alterarla.

Es primaria por que los datos se obtuvieron de primera mano a través de observación directa.

Es no experimental porque se realizó sin manipular debidamente las variables.

Es transversal por que los datos se recogieron en un tiempo único.

Es de campo porque toda la investigación se realizó en el ámbito natural o social.

Es unidisciplinaria por que la investigación solo se evoca al campo de la ingeniería.

2.6.1 Fase inicial

La muestra fue seleccionado por juicio propio o conveniencia al elegir al I.E N° 17524 de la localidad de San Agustín y la selección de la muestra fueron todos los 46 muros de la I.E N°17524 de la localidad de san Agustín.

2.6.2 Fase de campo

2.6.2.1 Inspección preliminar. El propósito de la inspección preliminar que se hizo a la I.E N°17524 de la localidad de San Agustín consistió en evaluar de

manera inicial o preliminar las condiciones en las que se encontraba los muros de dicha institución. En esta inspección se trató más que todo de hacer un recorrido por todo el inmueble y mediante una fundamentada observación para formarse una idea clara y precisa del estado general.

En esta inspección preliminar se pudo notar que los muros de la I.E N°17524 de la localidad de san Agustín poseían agrietamientos tanto en la parte interna como externa de los ambientes educativos, por lo que en vista de la presencia de estos agrietamientos es que se vio en la necesidad de realizar una inspección detallada y rigurosa.

Es importante decir que la inspección preliminar que se hizo se realizó sin ningún equipo pero si con la anuencia del señor Director de la I.E N° 17524 de la localidad de san Agustín.

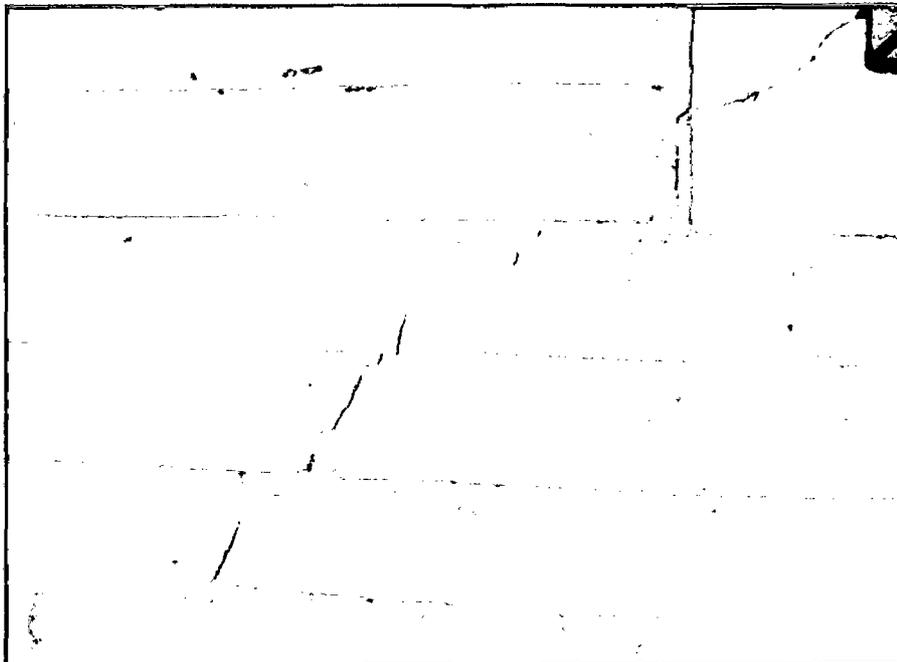


Figura 23. Inspección preliminar

2.6.2.2 Inspección Detallada. En la inspección detallada se llevó a cabo con formatos de evaluación, formularios y equipos para medir los agrietamientos presentes en los muros, estos agrietamientos estaban debidamente clasificados en leves, severos y fuertes de acuerdo a la abertura de la grieta y al tipo de falla por el cual era ocasionado el cual estaba estipulado en los formatos de evaluación.

Primero se procedió al llenado de los formularios 1 y 2 en el cual se detallan datos de la I.E N°17524, fallas geotécnicas, daños estructurales así como datos propios de ubicación, tipo de población todo esto se elaboró gracias a la ayuda del Director de la I.E N° 17524 de la localidad de san Agustín.

Luego se procedió con la medición de los agrietamientos de cada uno de los muros de la I.E N°17524 haciendo uso de los equipos para medir estos agrietamientos, estos equipos utilizados fueron:

- Las galgas que me permitieron medir agrietamientos en los muros de anchos muy pequeños tal es así que tenía laminas desde 0.05 mm hasta 2mm.
- El vernier me permitió medir agrietamientos con anchos mayores a 2mm.

Al mismo tiempo conforme se hizo la medición del agrietamiento con los equipos se llenaron los formatos de evaluación marcando con "x" el cuadro respectivo de acuerdo al nivel del agrietamiento y a la causa por la que falló, esto a criterio del evaluador, tal como se detallan en el anexo B en la las hojas de evaluación y determinación de mecanismo de falla, así como también se hicieron las tomas

fotográficas de cada uno de los muros en el estado como se encontraban tomando específicamente el agrietamiento.



Figura 24. Inspección detallada

Los daños también se evaluaron a nivel de cimentación observando cuidadosamente si hay asentamiento o levantamientos de suelo, es por eso que dadas las circunstancias se pudo notar que la mayoría de fallas fueron por motivo de esponjamiento y asentamiento del suelo por lo que para estar más seguro y tener un estudio que abale lo dicho se elaboró un estudio de mecánica de suelos y así se determinó el tipo y las características del suelo sobre el cual está asentada la I.E N° 17524 tal como se muestra en el anexo E, ya que dicha institución no contaba con el estudio de suelos, ni los planos.

2.6.3 Fase final de Gabinete

2.6.3.1 Tratamiento y análisis de los datos. Las fallas en muros de albañilería confinada se agruparon de acuerdo al tipo de falla y teniendo en cuenta los niveles de severidad si son moderados, fuertes o severos, para esto se realizó un tipo de análisis descriptivo los resultados se presentan en figuras, tablas y porcentajes para cada tipo de falla.

Para conocer el grado de vulnerabilidad estructural de los muros se tuvo en cuenta los totales de los niveles de severidad de los muros para que de esta manera al hacer uso de la estadística descriptiva y presentar, figuras, tablas, porcentajes y resultados se pueda hacer una interpretación y así determinar el grado de vulnerabilidad estructural de los muros de la I.E N° 17524 de la localidad de San Agustín.

CAPITULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Tipos de falla y nivel de falla en muros de albañilería

En la tabla 9 se muestra toda la distribución de los tipos de fallas que se encontraron así como también el nivel de falla de cada una de ellas.

Tabla 9. Distribución de los tipos de fallas y niveles de fallas

Tipo de Falla	Moderado (< 3mm de Ancho)		Fuerte(3mm - 10mm de ancho)		Severo(> 10mm de ancho)		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Corte	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Asentamiento Diferencial	2	5.13%	3	7.69%	8	20.51%	13	33.33%
Por esponjamiento	7	17.95%	5	12.82%	14	35.90%	26	66.67%
Flexión	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%
Total	9	23.08%	8	20.51%	22	56.41%	39	100.00%

Nota: n=número de muros

En la tabla 9 se observa que el tipo de falla que se dio con mayor presencia es por esponjamiento con el 66.67% del total de la I.E N° 17524; de los cuales el 33.33% de los muros presentan falla por asentamiento, no se evidenciaron fallas por corte y flexión.

Así mismo del total de fallas presentadas, el 56.41% corresponde al nivel severo, el 23.08 % a un nivel moderado y el 20.51% a un nivel fuerte.

De los resultados obtenidos se puede notar que la mayoría de los muros presentan agrietamientos mayores a 10 mm por lo que observando las tablas dadas por el ICG presenta un nivel de severidad severo.

Palomino 2010, en sus resultados obtuvo que el 45.84% de los colegios presentaban tipo de falla por cortante; donde el 20.83% tiene un nivel de falla fuerte y el 29.17% presentan un nivel moderado con un 37.50% de falla por flexión.

Los resultados de Palomino son contrarios a esta investigación debido a que esta fue realizada en salitral – Chimbote y por tanto el tipo de suelo, el clima, procesos constructivos, zona sísmica son muy diferentes a las condiciones existentes en el lugar de San Agustín – distrito de bellavista.

3.2 Vulnerabilidad estructural de los muros

En la figura 25 se muestra el grado de vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería de la I.E N° 17524 por medio de porcentajes según los niveles de clasificación de grietas.

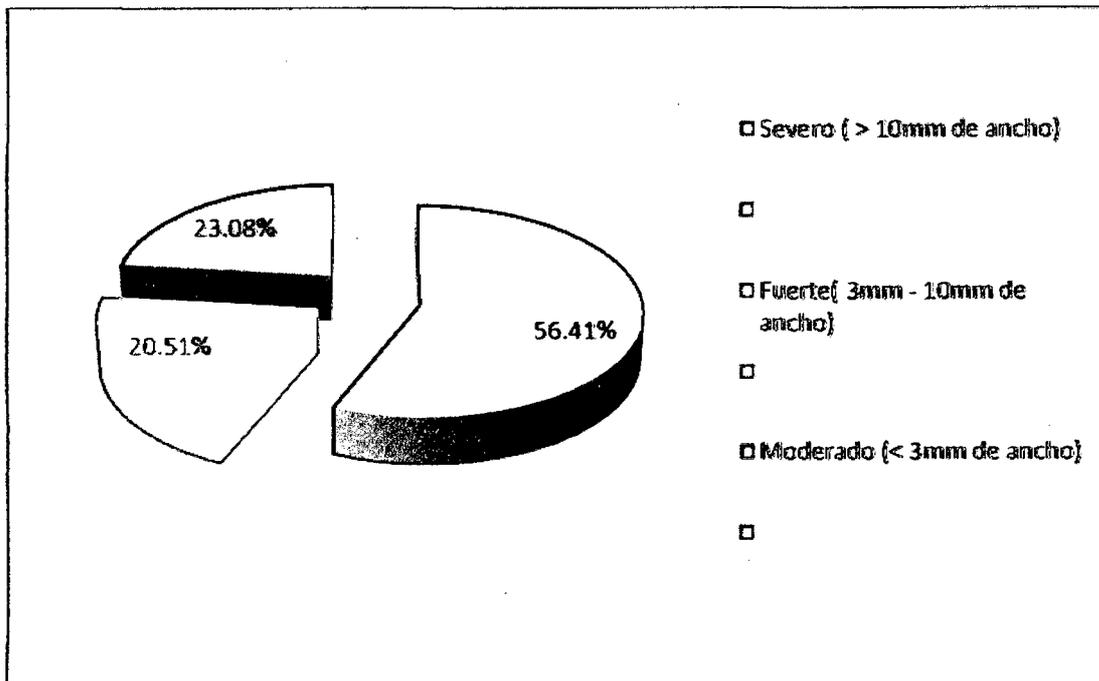


Figura 25. Vulnerabilidad estructural en muros de albañilería

La figura 25, reporta que el 56.41% representó que el nivel de falla es severo por lo que el grado de vulnerabilidad de los muros es alta, mientras que el 23.08% representó que el nivel de falla es moderado por lo que el grado de vulnerabilidad es baja.

De los resultados obtenidos se pudo comprobar la hipótesis motivo de la tesis de investigación la cual nos dice que La presencia de fallas en los muros de albañilería confinada representa un alto grado de vulnerabilidad estructural de la I.E N°17524 de la localidad de san Agustín.

Palomino 2010, en su estudio obtuvo como resultado que el 54.17% de los colegios tenían un nivel de falla moderado en los muros de albañilería, mientras que el 8.33% tienen un nivel severo.

Esta diferencia de resultados se da debido a que en la investigación llevada a cabo por Palomino tiene un nivel moderado ya que las instituciones educativas en su mayoría desde el año 2006 hasta la fecha la municipalidad distrital de Salitral, a venido ejecutando módulos de aulas antisísmicas teniendo en cuenta todas las normas del reglamento nacional de edificaciones, mientras que en la investigación realizada se obtuvo un nivel de falla severo esto debido a que cuando se construyó la municipalidad distrital de bellavista no contaba con ningún programa de monitoreo.

CAPITULO IV. CONCLUSIONES

La vulnerabilidad estructural en los muros de albañilería confinada en la I.E N° 17524 de la localidad de san Agustín es de grado alto con un 56.41% de fallas de nivel severo.

Los tipos de falla que se identificaron en la institución educativa fueron por esponjamiento del suelo en un 66.67% y asentamiento diferencial en un 33.33% de la cimentación.

Las causas de la presencia de estos tipos de fallas se deben a que el terreno en el que se cimentó la estructura tiene características de un suelo arcilloso con un alto índice de plasticidad.

CAPITULO V. RECOMENDACIONES

Los muros con agrietamientos mayores a 10 mm deberán construirse nuevamente a fin de evitar pérdidas de vidas humanas ante un fenómeno de la naturaleza, y para los agrietamientos menores deberán repararse y reforzarse para resistir cualquier fenómeno en el futuro.

Se recomienda construir canaletas de evacuación ya que el terreno posee un alto índice de plasticidad a fin de evitar mayores agrietamientos en los muros.

Cada vez que se prevea construir colegios u otros establecimientos, es muy importante que se realice un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS), de esta manera se diseñará la cimentación acorde con el tipo de suelo, redundando en edificaciones más seguras estructuralmente.

Siempre que se realice un proyecto, se debe contar con los planos necesarios y cálculos estructurales donde un profesional será el responsable; además, durante el proceso constructivo, también se debe contar con dirección técnica, solo así estaremos ejecutando un proyecto seguro.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto Castillo, TF. 2009. Análisis y diseño de edificaciones de albañilería: albañilería como solución estructural. Yisela, R. 1 ed. Lima, PE. San Marcos. p. 7-8.

Alcoser, SM. 1997. Rehabilitación de estructuras de mampostería. Ed. Rev. Veracruz, ME. Consultado el 15 ene.2013. Disponible en http://www.capac.org/web/porttals/0/biblioteca_virtual/doc002/capitulo11.pdf

Alva Hurtado, JE. 2009. Cimentaciones superficiales: diseño de cimentaciones superficiales. Ed. Rev. Lima, PE. Consultado el 15 ene.2013. Disponible en <http://www.jorgealvahurtado.com/files/Diseno%20Cimentaciones%20Superficiales.pdf>

Aguilar Bardales, Z. 2012. Problemas presentados por los suelos a las obras de ingeniería. Ed. Rev. Lima, PE. Consultado el 15 ene.2013. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/101935651/Suelos-Problemas>

Arango Ortiz, J. 2002. Análisis, diseño y construcción en albañilería estructural: aspectos generales. Cuizano, J. 1 ed. Lima, PE. s.e

Bernal Cabrera, K. 2013. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo King Kong del C.P el Cerrillo-Baños del Inca y Lark de Lambayeque: resultados. Tesis Ing. Civil. UNC,PE.

Cardenas,CG; Torres Burgos,MG; Castro Higuera,YF. 2007. Estudio de la vulnerabilidad sísmico estructural del antiguo convento hermanas de la visitación de santa María Bosa: resultados. Tesis Ing.Civil. Bogota,CO. Universidad de la Salle.108 p.

Crispieri Raggio, AA. 2011. Caracterización y diagnostico sísmico de las viviendas sociales de albañilería de la ciudad de Arica: resultados. Tesis Ing. Civil. Santiago de Chile, CL.UDCH. 216 p.

Cruz,MF.1991. Taller regional de capacitación para desastres: comportamiento de hospitales en costa rica. Ed.rev. Costa Rica. s.e. 29 p.

Escuela Politécnica Nacional Geo HAZards international .1995. Proyecto de seguridad sísmica: evaluación de las construcciones escolares de quito. Ed.rev. Quito,EC. s.e. 22 p.

Fernández Cruz, O. 2010. Evaluación de la Vulnerabilidad estructural en edificaciones. Ed. Rev. Lima, PE. CIP. Consultado el 15 ene.2013.Disponible en <http://www.scrib.com/seminario-vulnerabilidad-estructural-1>

Gallegos, H; Ríos, R. 1986. Índice de calidad estructural sismo resistente: cuarta Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmico, Tomo 2, Viña del Mar, CH.

Gallegos, H. 1991. Albañilería estructural: Comportamiento sísmico de la albañilería. Carlos, T. 2 ed. Lima, PE. Copyright. p. 414-446.

Instituto de la Construcción y Gerencia. 2009. Albañilería: evaluación y determinación de fallas en muros. (en línea). Ed. Rev. Lima, PE. ICG. Consultado 15 ene 2013. Disponible en <http://www.icg.org>

Instituto Nacional de Normalización. (1997). Norma Chilena NCh2123Of.97 – Albañilería confinada: Requisitos de diseño y cálculo. Santiago, Ch.

Ministerio de vivienda y construcción. 2012. Reglamento nacional de edificaciones: E050. (en línea). Ed. Rev. . Lima, PE. Diario oficial el peruano. Consultado 15 ene 2013. Disponible en <http://www.urbanistasperu.org>

Muñoz Muñoz, HA. 2001. Evaluación y diagnóstico de las estructuras de concreto. (en línea). Ed. Rev. Bogotá, CO. Consultado 15 ene 2013. Disponible en http://www.institutoconstruir.org/centrocivil/concretoarmado/evaluacion_patologias_estructuras.pdf

NTCM-2001. (2001), Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería, Anteproyecto del Comité de Normas, mayo; Lima, PE.

Páez Moreno,DF; Hernández Delgadillo,JH. 2010. Metodología para el estudio de la vulnerabilidad estructural de edificaciones. (Serie ingeniería civil) no :(1-13)

Paulay, T ; Priestley (1991), Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings, John Wiley & Sons, Nueva York, Estados Unidos.

Reque Córdova, KE. 2006. Diagnóstico preliminar de la vulnerabilidad para establecimientos de salud en el Perú . Ministerio de salud. Ica, PE. OGDM. 25 p.

San Bartolomé, A. 1994. Construcciones de albañilería: Comportamiento sísmico y diseño estructural. 1 ed. Lima, PE. Copyright. p. 19-173.

San Bartolomé, A; Quiun, D. 2010. Propuesta normativa en el diseño sísmico en edificaciones de albañilería confinada. XIV CNIS Guanajuato. 9(7):1-14.

Seminario Vásquez, PA. 2010. Evaluación de fallas en muros de albañilería confinada en los colegios del distrito de salitral, provincia de morropon, departamento de Piura: resultados. Tesis Ing. Civil. Piura, PE. ULADECH. 81 p.

Texaj López, AG. 2005. Determinación de la vulnerabilidad sísmica estructural en un sector de las zonas 1,2,3 y 4 de la ciudad de chimaltenango : conclusiones.

Tesis Ing. Civil. Guatemala. Universidad san Carlos de Guatemala.91 p

ANEXO A

EVALUACIÓN COMPLEMENTARIA DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA I.E N° 17524 FORMULARIO N° 01

En el formulario N° 01 muestra un informe complementario de la I.E N° 17524 en donde se encuentra la ubicación y la información general de la I.E N° 17524

INFORME COMPLEMENTARIO DE DAÑOS EN LA I.E N° 17524

Ficha N°: '01

Fecha:

05/03/2013

Zona Afectada

Ubicación:

Departamento : Cajamarca

Provincia : Jaén

Distrito : Bellavista

Localidad : San Agustín

Información General de la I.E N° 17524

Nombre de la I.E. :

Tipo de Población :

Rural

Urban

a

Dirección del Local : Calle 28 de julio S/N san Agustín

Fuente: elaboración Propia

ASPECTOS DE DAÑOS ESTRUCTURALES DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA I.E N°17524 FORMULARIO N° 02

En el formulario N° 02 se muestra datos de la construcción, Fallas Geotécnicas y Daños Estructurales de la I.E N° 17524 el cual se llenó con la visita de campo que se realizó el día 05 de marzo del 2013

DATOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Fecha de construcción: 2002

Actual: 2003

Ampliación:2010

Áreas del Local:7266 M2

Área del terreno en m2: 7266 m2

Área total construida en m2: 619.35 m2

Número de pisos sobre el terreno: 1

Número de pisos bajo el terreno: 0

Número de cuerpos: 4

Ancho en planta 1(m): 6.56

Largo en planta 1 (m): 26.68

Ancho en planta 2(m): 6.56

Largo en planta 2 (m): 25.95

Ancho en planta 3(m): 6.56

Largo en planta 3 (m): 25.81

Ancho en planta 4(m): 6.56

Largo en planta 4 (m): 16.00

Existen planos: no

estudio de suelo: no

Descripción del sistema estructural: muro portante

FALLAS

GEOTÉCNICAS

Movimientos laterales del terreno: presenta movimientos del terreno

Asentamientos del terreno: si presenta

hinchamientos del terreno: si presenta

Veredas pandeadas: se presenta veredas deterioradas y en mal estado

Separación entre cuerpos y terreno: si presenta

Daños

ESTRUCTURALES

Agrietamiento en muros /placas: Presenta agrietamientos en muros

Agrietamiento en muros secundarios: si presenta agrietamientos en muros secundarios

Pérdida de recubrimiento: si presenta perdida de recubrimiento en muros

Daño en vigas colindantes a muros estructurales

Porcentaje de área colapsada: 75%

Clasificación de los daños generales (ninguno, bajo, moderado, alto): Alto

Fuente: elaboración Propia

ANEXO B

Tabla 1.B

La tabla 1.B muestra la toma de datos de la falla por asentamiento diferencial el cual produce agrietamientos en los muros de la I.E N° 17524 de la localidad de san Agustín en el cual se midió según el ancho de la grieta que presentaba dicho muro y se lo clasificó según los parámetros establecidos por el ACI y el ICG si era moderado, Fuerte y Severo

Tabla 1.B INSTITUCION EDUCATIVA N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS DEBIDO A FALLA ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Ítem	Institución Educativa	PABELLON	Lugar	Nivel	Nivel de severidad de Falla		
					Moderado (< 3mm de ancho)	Fuerte(3mm - 10mm de ancho)	Severo (> 10mm de ancho)
2	I.E N°17524	B	San Agustín	Primario y Secundario			
AULA 1							
frontal							x
derecha						x	
izquierda							x
atrás					x		
AULA 2							
frontal							
derecha							x
izquierda							x
atrás							x
AULA 3							
frontal							
derecha							
izquierda							
atrás					x		

Fuente: elaboración Propia

Tabla 1.B INSTITUCION EDUCATIVA N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS DEBIDO A FALLA ASENTAMIENTO DIFERENCIAL

Ítem	Institución Educativa	PABELLON	Lugar	Nivel	Nivel de severidad de Falla		
					Moderado (< 3mm de ancho)	Fuerte(3mm - 10mm de ancho)	Severo (> 10mm de ancho)
3	I.E N°17524	C	San Agustín	Primario y Secundario			
AULA 1							
frontal						X	
derecha							
izquierda							
atrás							X
AULA 2							
frontal							X
derecha						X	
izquierda							
atrás							X
Subtotal					2	3	8
TOTAL					13		

Fuente: elaboración Propia

Tabla 2.B

La tabla 2.B Muestra la toma de datos de la falla por esponjamiento en el suelo el cual produce agrietamientos en los muros de la I.E N° 17524 de la localidad de san Agustín en el cual se midió según el ancho dela grieta que presentaba dicho muro y se lo clasifico según los parámetros establecidos por el ACI y el ICG si era moderado, Fuerte y Severo.

Tabla 2.B INSTITUCION EDUCATIVA N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS DEBIDO A FALLA POR ESPONJAMIENTO DEL SUELO

Ítem	Institución Educativa	PABELLON	Lugar	Nivel	Mecanismo de Falla		
					Moderado (< 3mm de ancho)	Fuerte(3mm - 10mm de ancho)	Severo (> 10mm de ancho)
1	I.E N°17524	A	San Agustín	Primario y Secundario			
AULA 1							
frontal						x	
derecha					x		
izquierda					x		
atrás							x
AULA 2							
frontal						x	
derecha							
izquierda							
atrás							
AULA 3							
frontal							
derecha						x	
izquierda					x		
atrás							
AULA 4							
frontal						x	
derecha						x	
izquierda					x		
atrás							x

Fuente: elaboración Propia

Tabla 2.B INSTITUCION EDUCATIVA N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN QUE PRESENTAN DEFICIENCIAS DEBIDO A FALLA POR ESPONJAMIENTO DEL SUELO

Ítem	Institución Educativa	PABELLON B	Lugar	Nivel	Niveles de severidad		
					Moderado (< 3mm de ancho)	Fuerte (3mm - 10mm de ancho)	Severo (> 10mm de ancho)
AULA 5							
frontal					x		
derecha					x		
izquierda							x
atrás							x
3	I.E N°17524	C	San Agustín	Primario y Secundario			
AULA 1							
frontal							
derecha							
izquierda							
atrás							
AULA 2							
frontal							
derecha							
izquierda							
atrás							
AULA 3							
frontal							x
derecha							x
izquierda							x
atrás							x
1	I.E N°17524	D	San Agustín	Primario y Secundario			
AULA 1							
frontal					x		
derecha							x
izquierda							
atrás							x
AULA 2							
frontal					x		
derecha							x
izquierda							x
atrás							x
Subtotal					7	5	14
TOTAL					26		

Fuente: elaboración Propia

ANEXO C

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

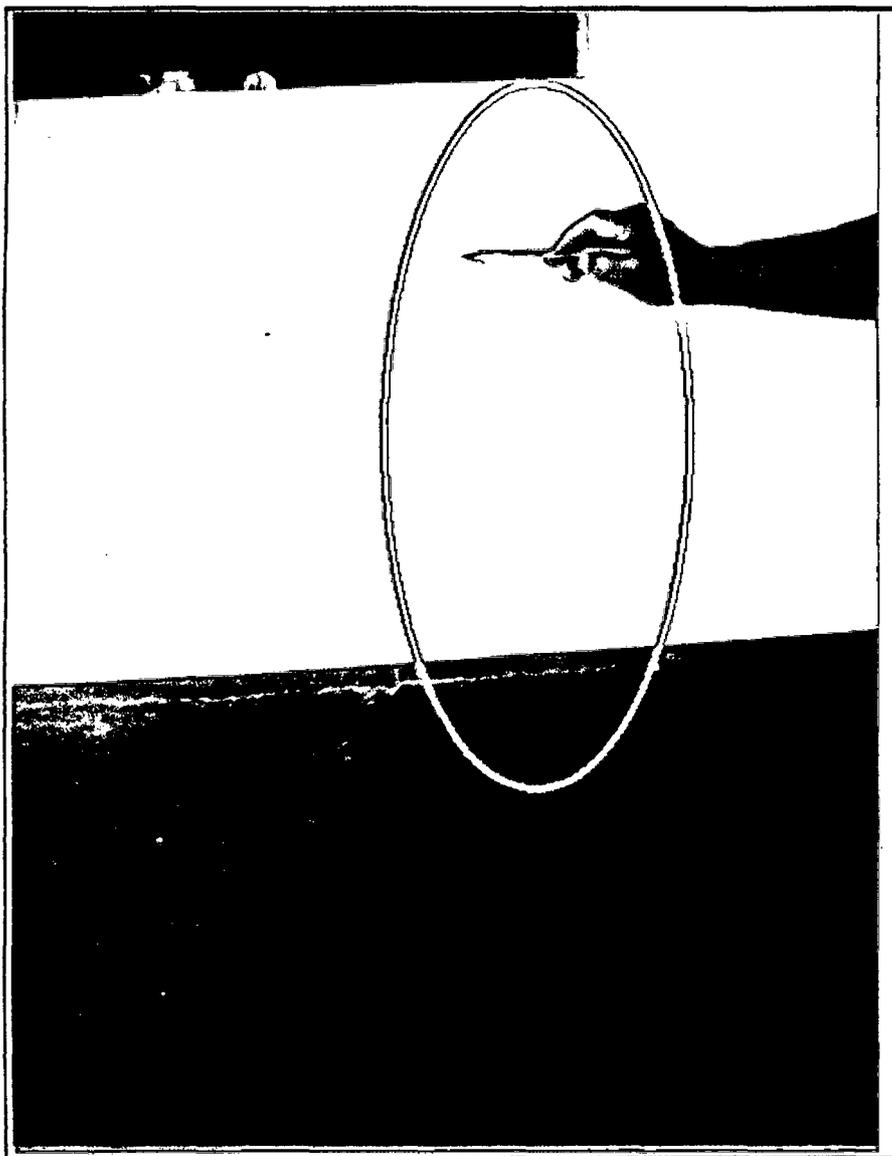


FIGURA 1

Descripcion : En la figura 1. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 2 pabellon A de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua el cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, esta grieta se origina por el esponjamiento del suelo.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

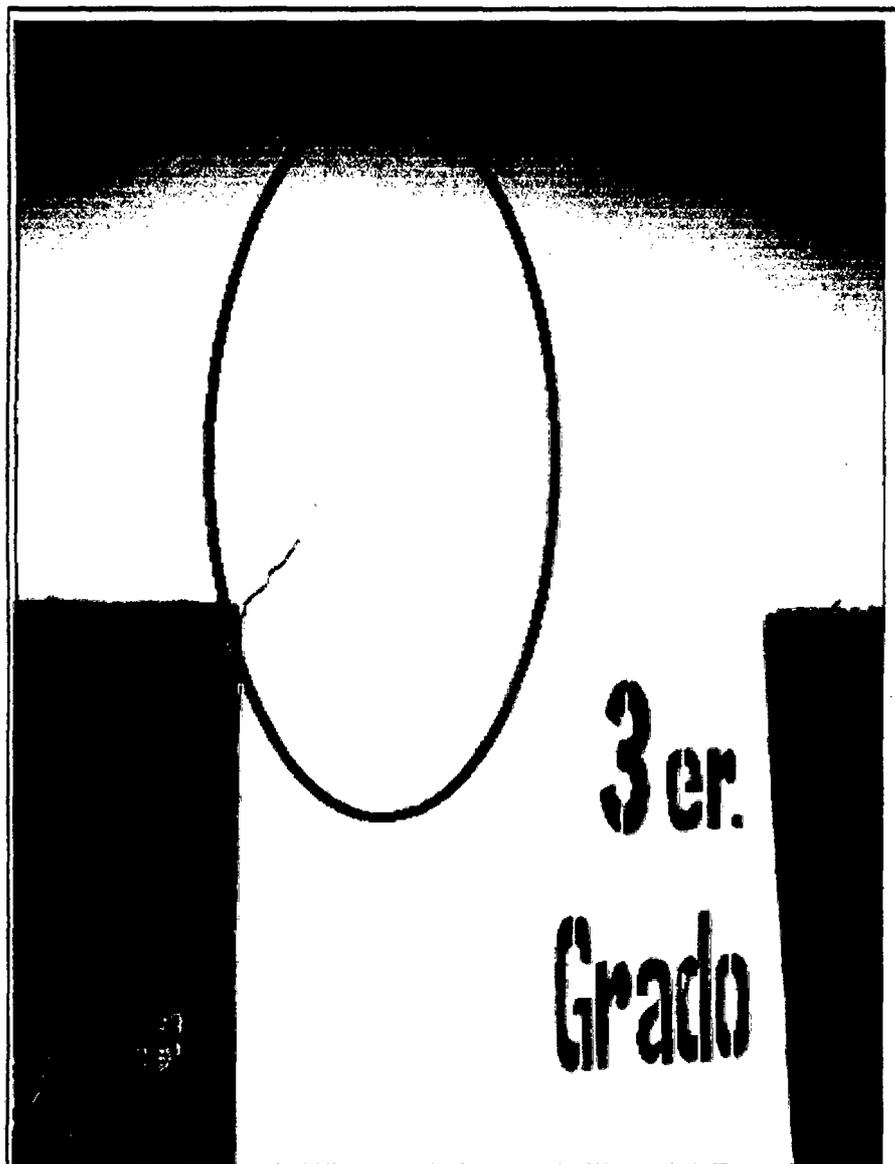


FIGURA 2

Descripcion : En la figura 2, se aprecia una grieta en la parte lateral del aula 3 pabellon A de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua el cual nace en el borde superior del alfeizer y se proyecta hasta la viga solera.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

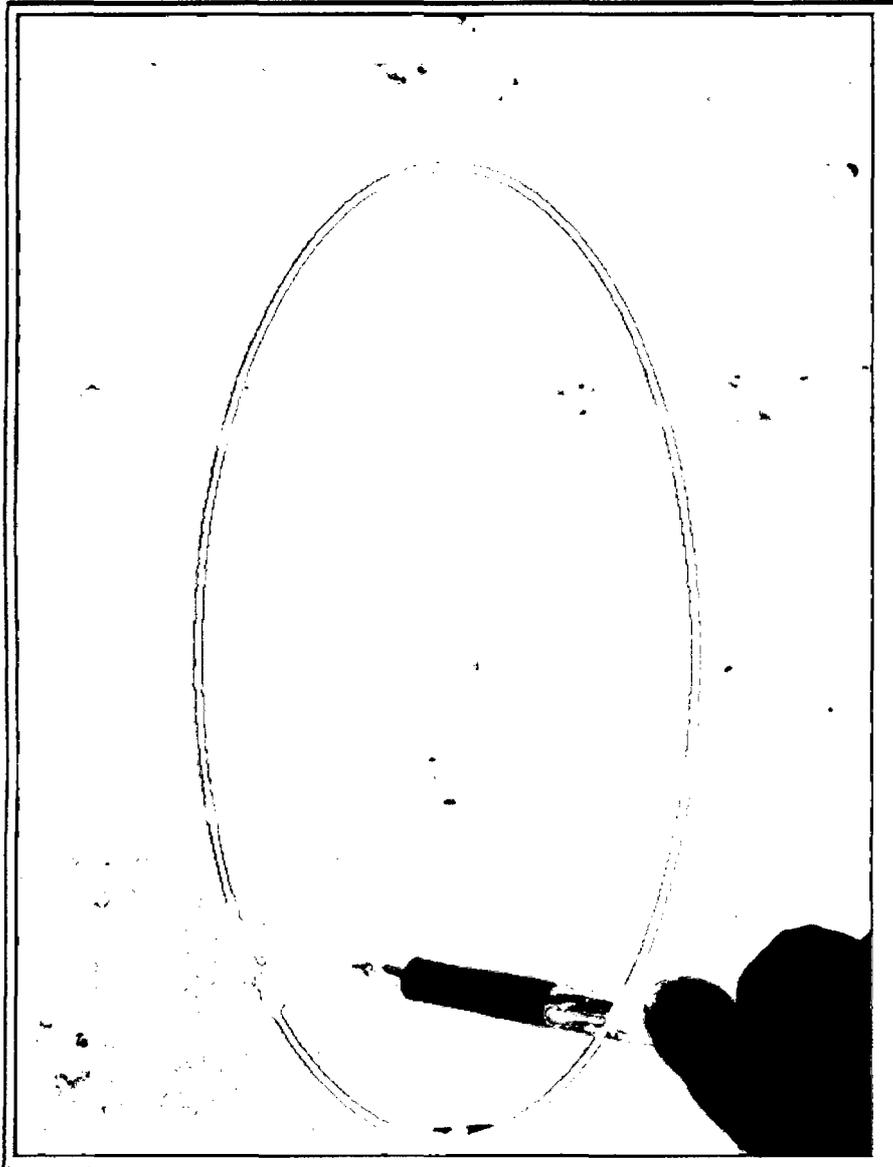


FIGURA 3

En la figura 3. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 1 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

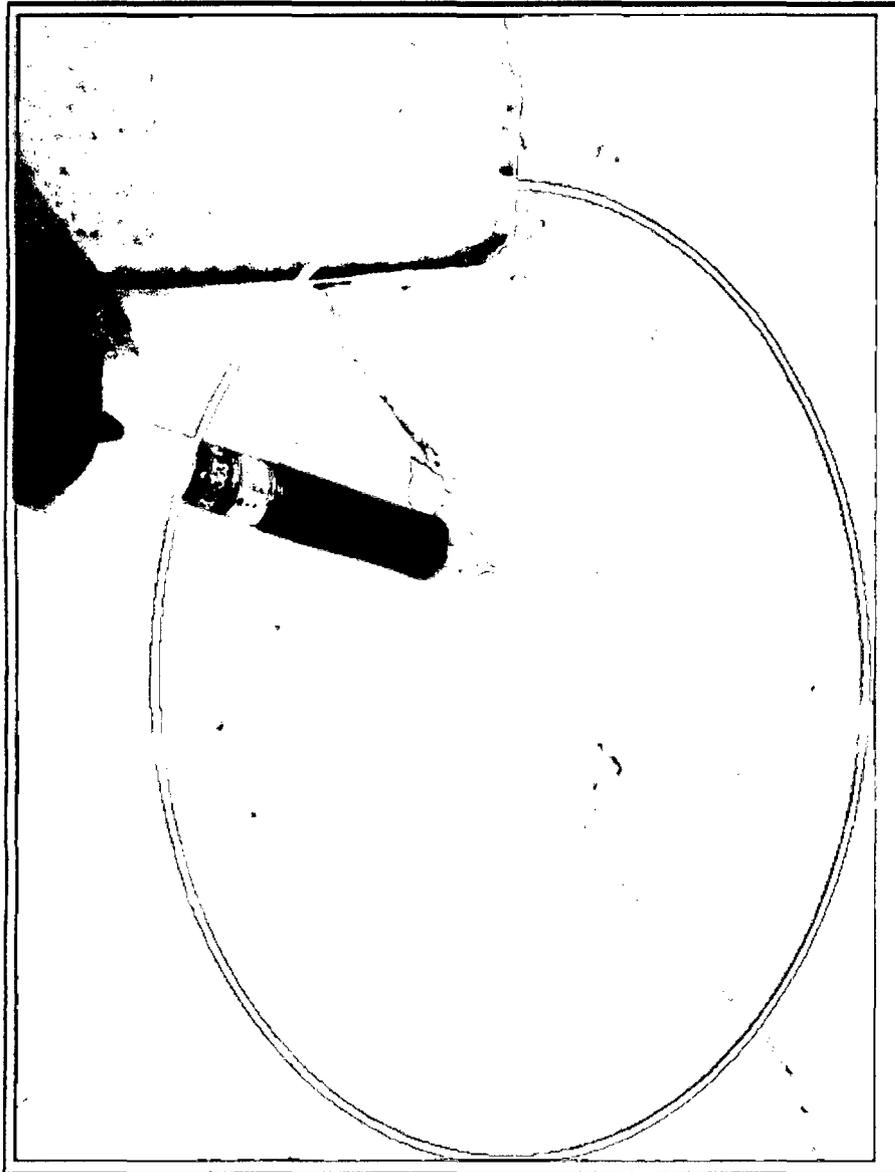


FIGURA 4

En la figura 4. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 2 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

Descripcion :

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

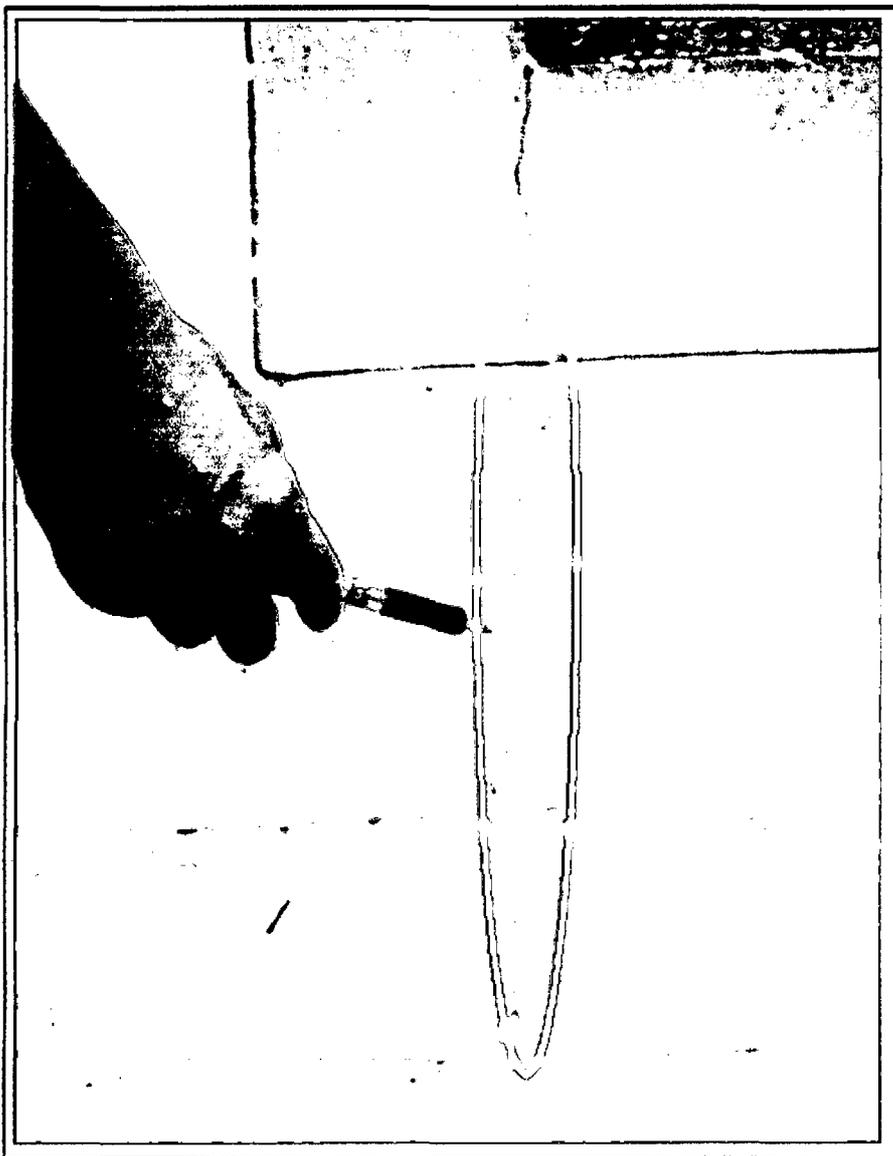


FIGURA 5

En la figura 5. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 2 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta vertical la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

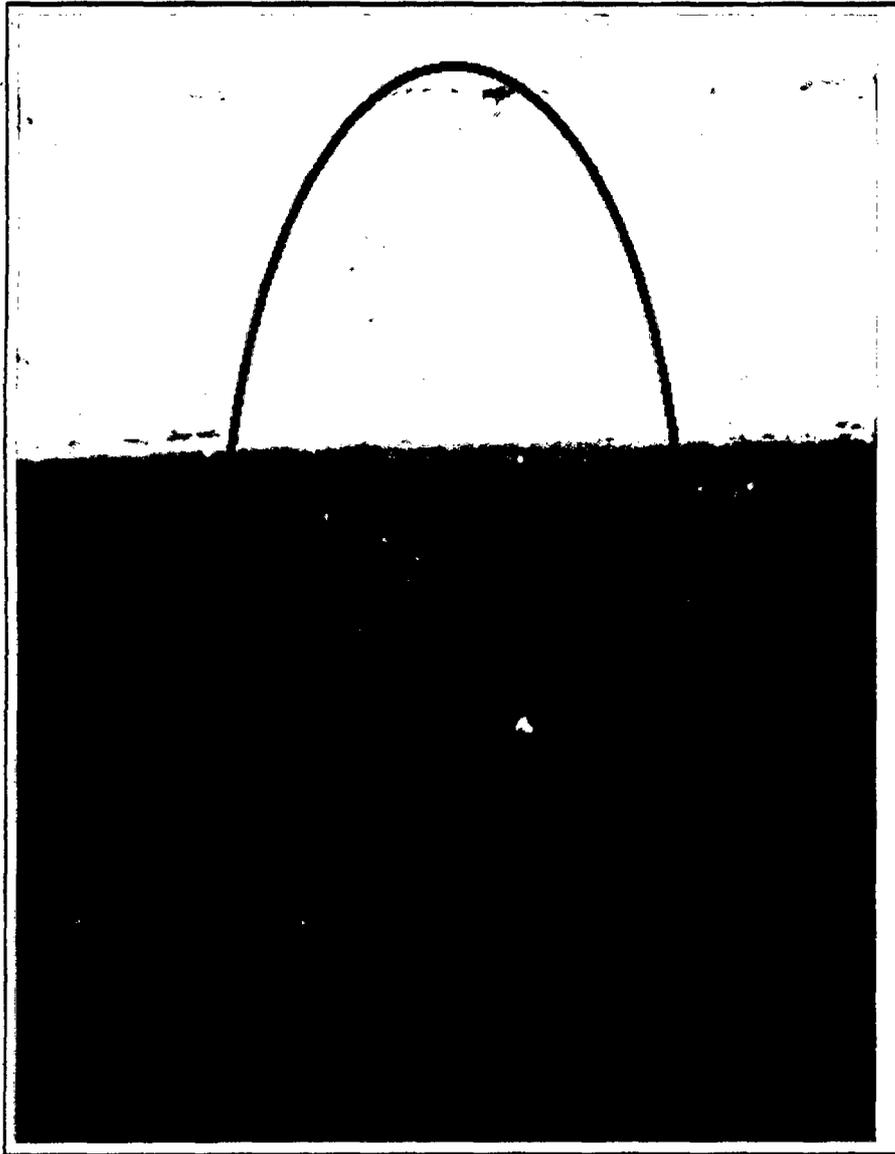


FIGURA 6

En la Figura 6. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 2 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta vertical la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

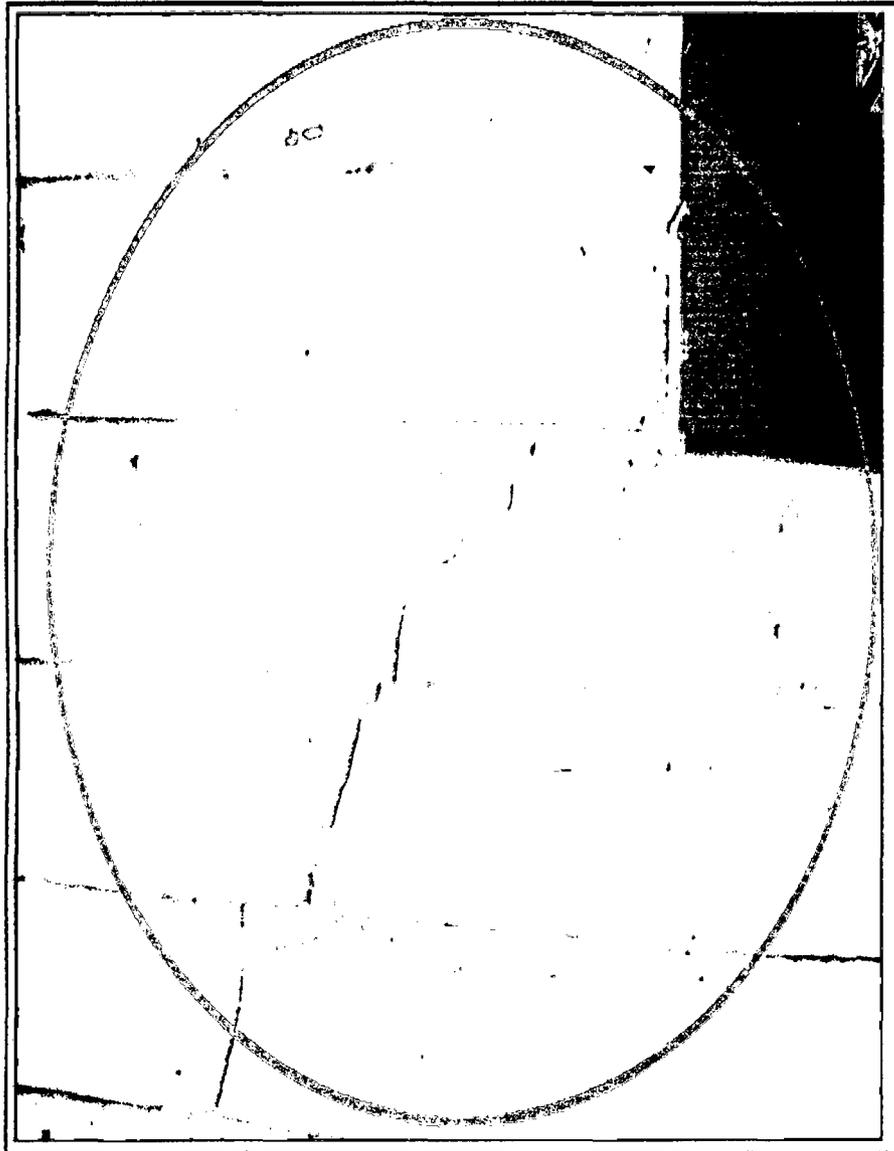


FIGURA 7

En la figura 7. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 3 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

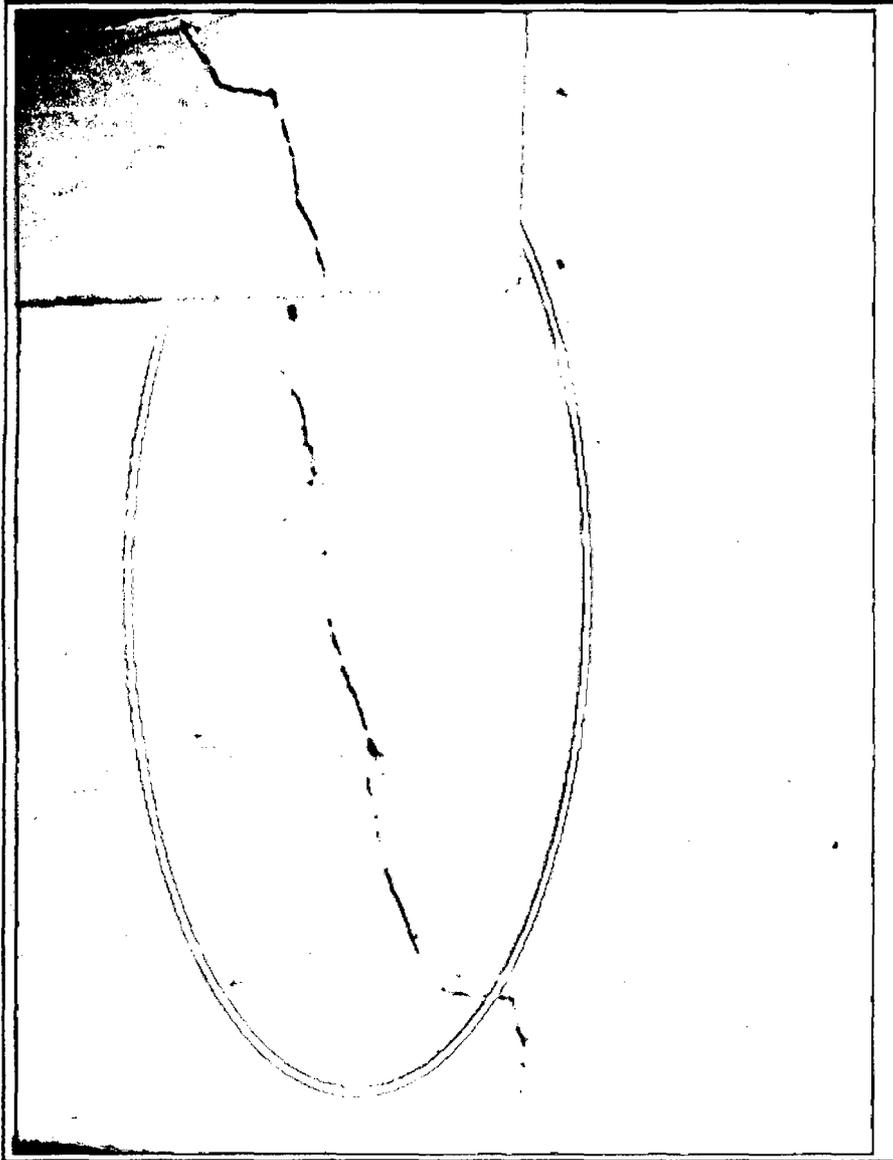


FIGURA 8.

En la figura 8. se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 3 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

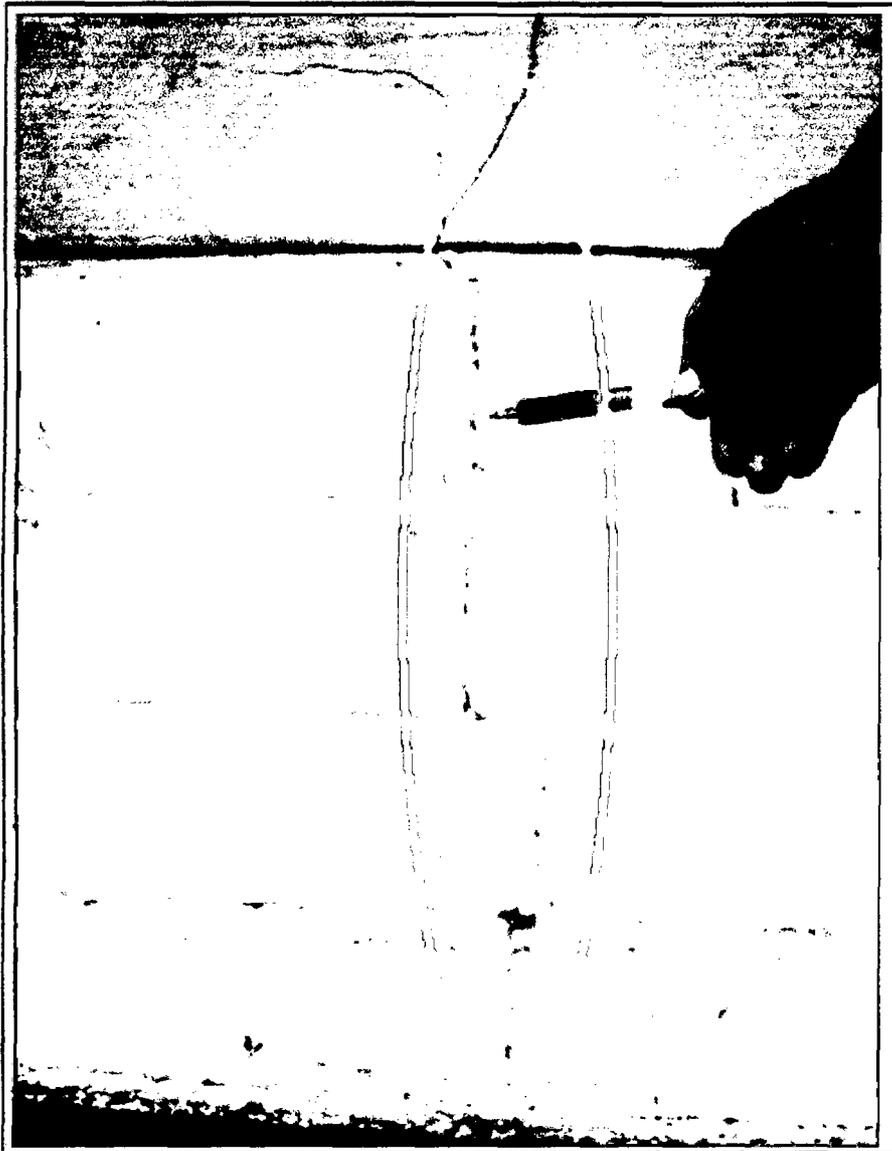


FIGURA 9

En la figura 9 se aprecia una grieta en la parte lateral exterior del aula 3 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta vertical la cual nace en el borde inferior del alfeizer y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

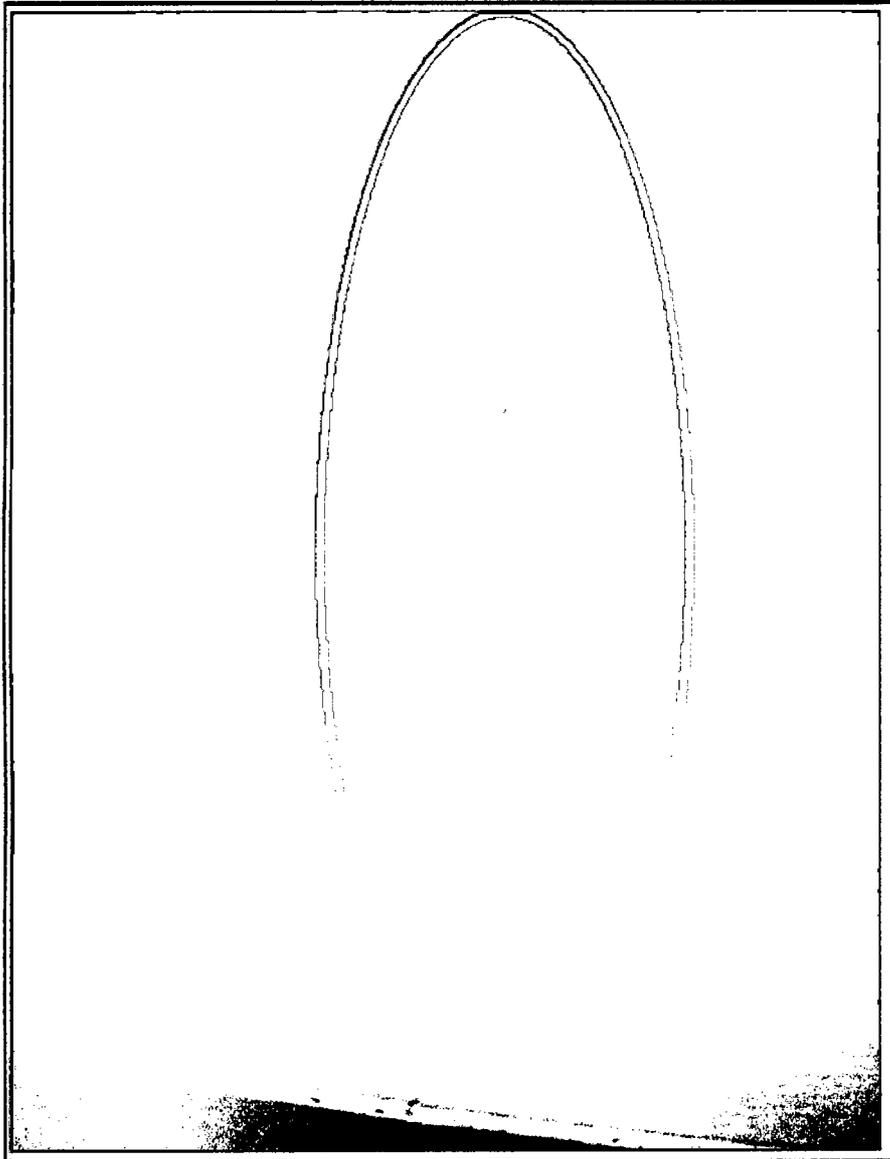


FIGURA 10

En la figura 10. se aprecia una grieta en la parte lateral interior del aula 3 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta vertical la cual nace en la viga solera y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

Descripcion

:

vertical la cual nace en la viga solera y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

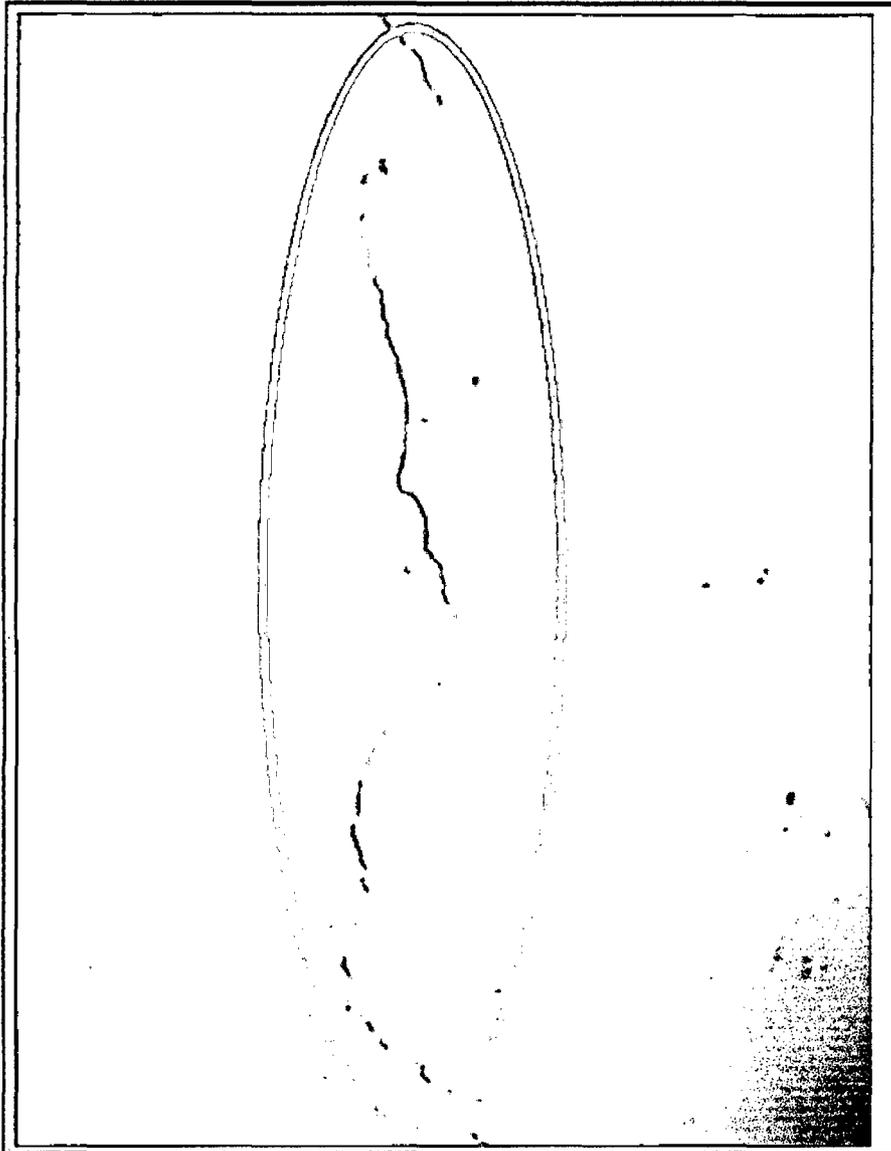


FIGURA 11

En la figura 11. se aprecia una grieta en la parte lateral interior del aula 2 pabellon B de la I.E N° 17524, en el muro se aprecia una grieta oblicua la cual nace en el alfeizero parte inferior y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

Descripcion :

oblicua la cual nace en el alfeizero parte inferior y se proyecta hasta el sobrecimiento, la causante de esta falla es debido al asentamiento diferencial.

PANEL FOTOGRAFICO DE FALLAS

Fecha : 05/03/2013

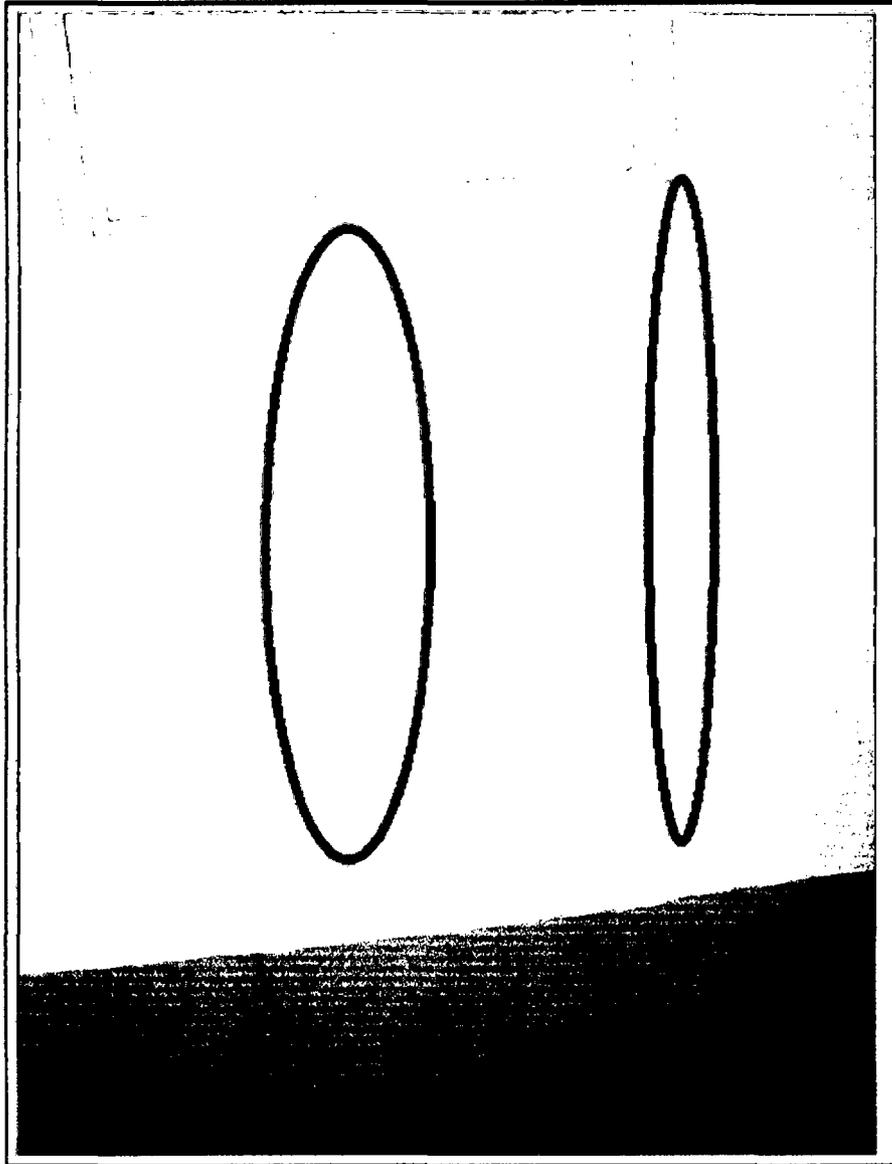


FIGURA 12

Descripción : En la figura 12 se aprecia una grieta en la parte lateral interior del aula 1 pabellon D de la I.E.N° 17524, en el muro se aprecia una grieta vertical la cual nace en el alfeizer parte inferior y se proyecta hasta el sobrecimiento

ANEXO D

Tabla 1. Evaluación de falla por asentamiento diferencial

Nivel	n	%
Severo (> 10mm de ancho)	8	50.00%
Fuerte(3mm - 10mm de ancho)	3	25.00%
Moderado (< 3mm de ancho)	2	25.00%
Total	8	100.00%

Nota: n=número de muros

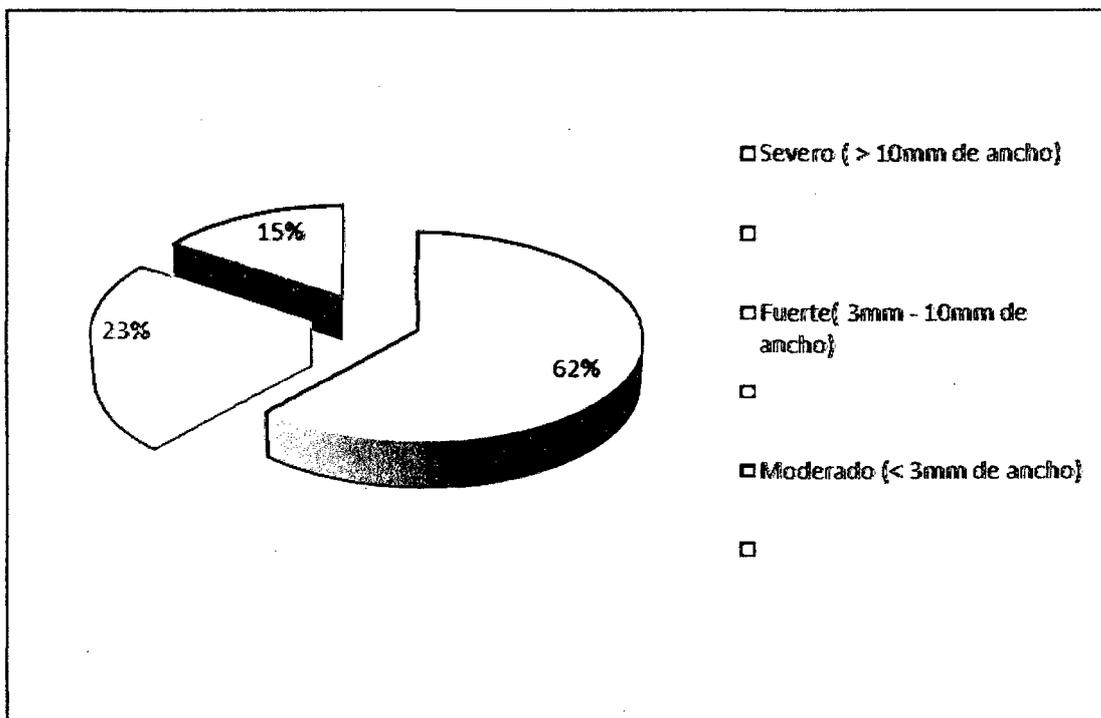


Figura 1. Evaluación de fallas por asentamiento diferencial.

Tabla 2. Evaluación de falla por esponjamiento del suelo

Nivel	n	%
Severo (> 10mm de ancho)	14	40.00%
Fuerte(3mm - 10mm de ancho)	5	25.00%
Moderado (< 3mm de ancho)	7	35.00%
Total	20	100.00%

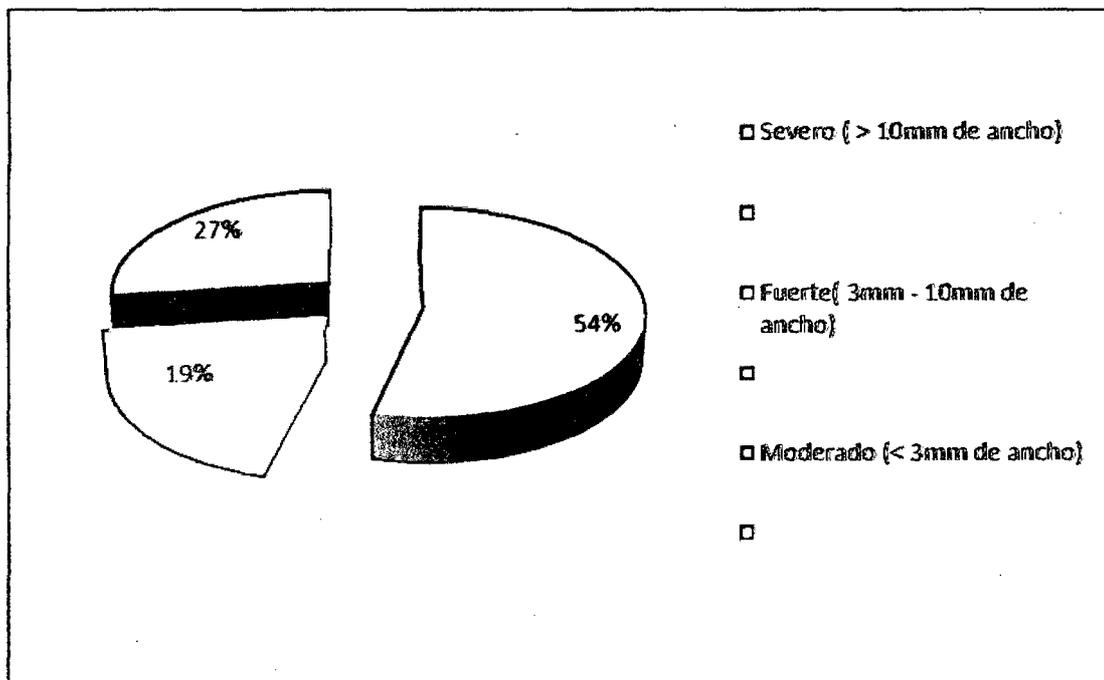
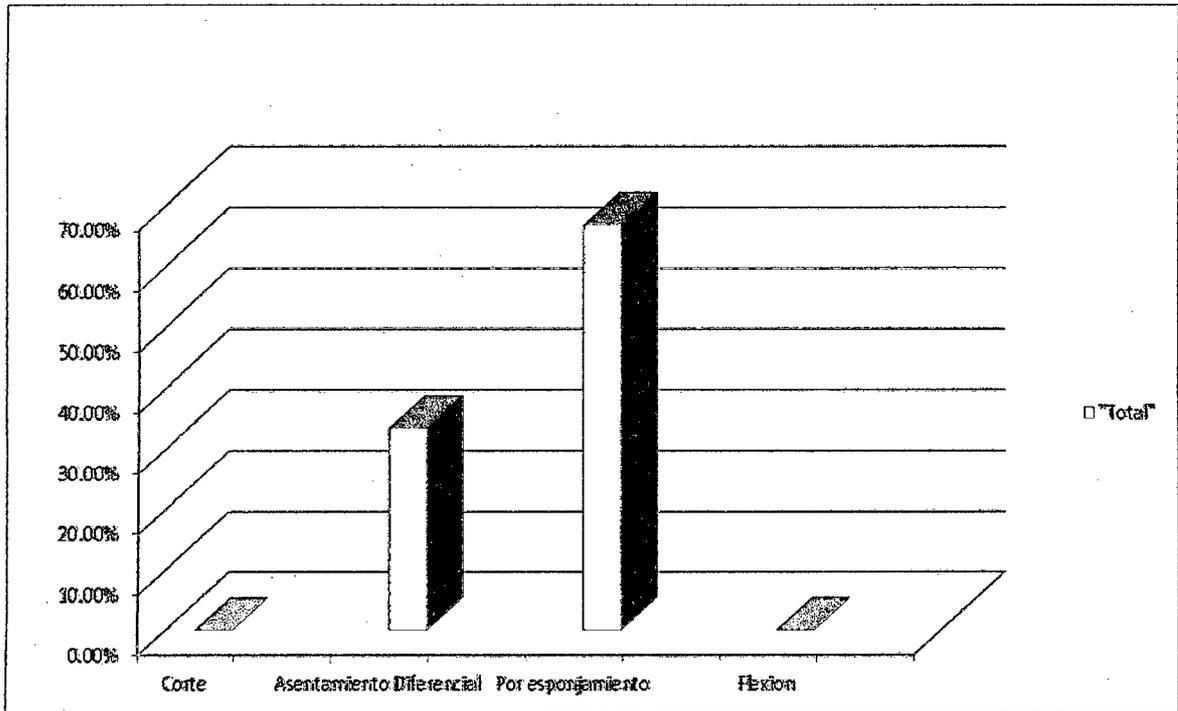
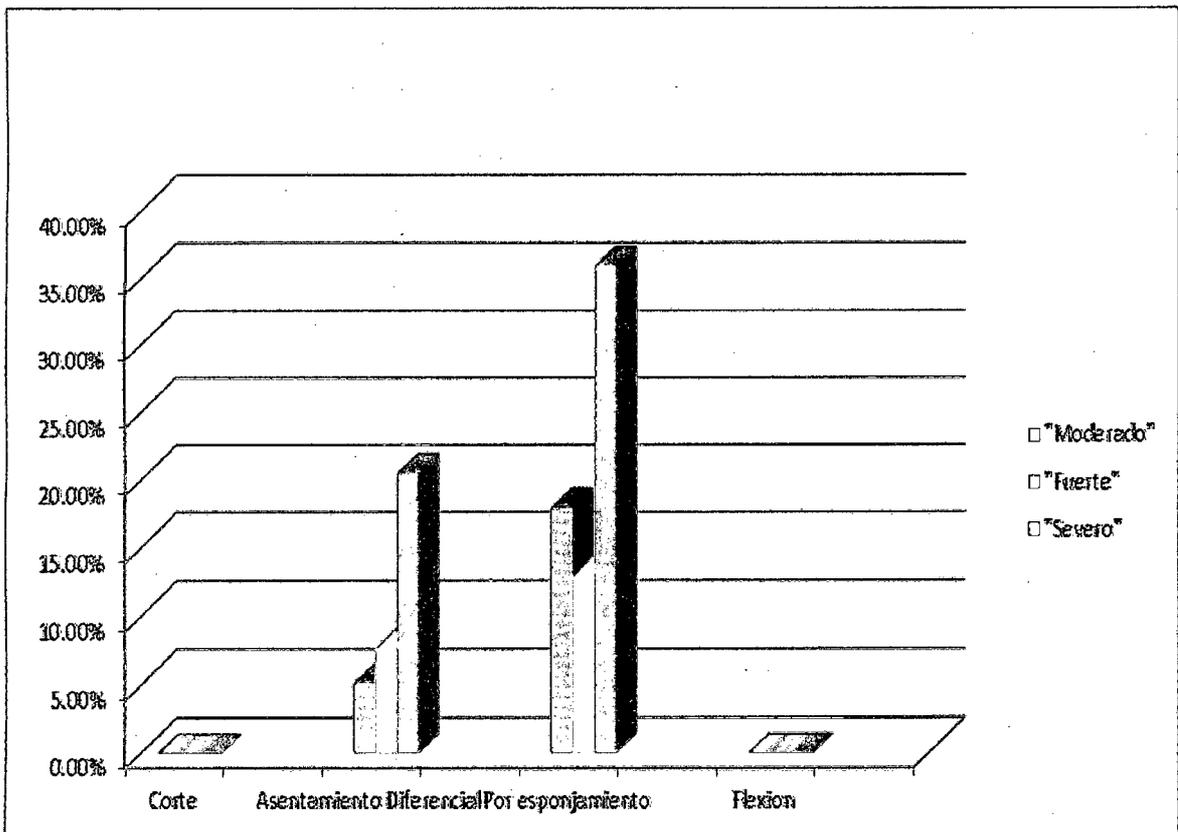


Figura 2. Evaluación de fallas por esponjamiento.



Fuente: elaboración Propia

Figura 3. Porcentaje total según tipo de falla



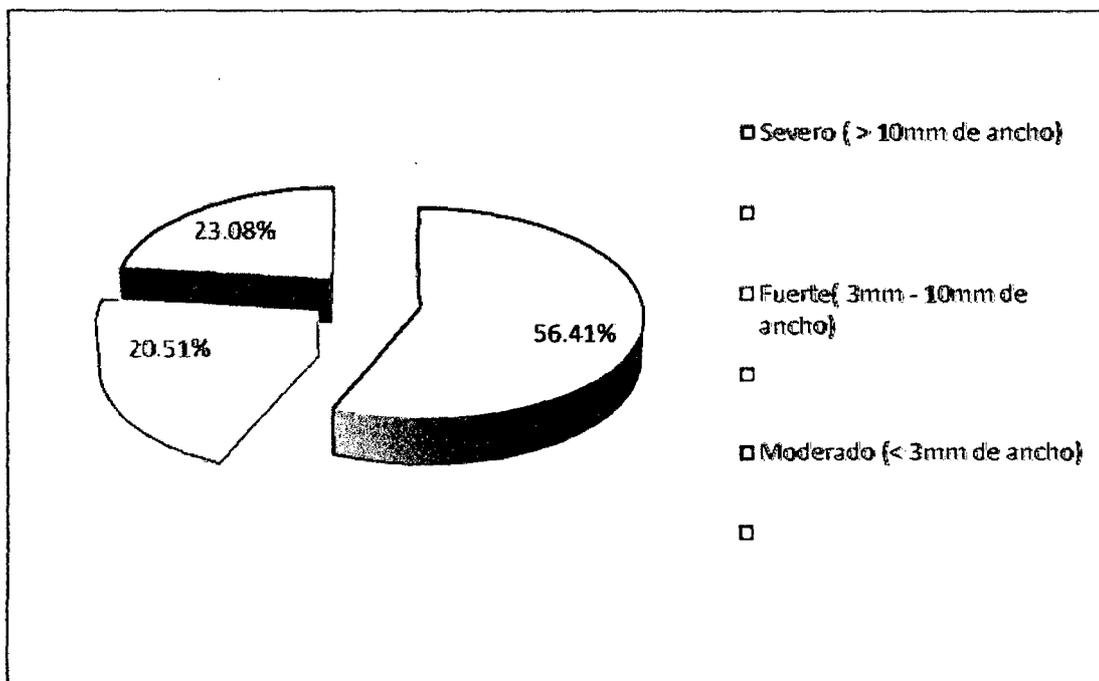
Fuente: elaboración Propia

Figura 4. Porcentaje según tipo y nivel de severidad de falla

Tabla 3. Vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería

Nivel	n	%
Severo (> 10mm de ancho)	22.00	56.41%
Fuerte(3mm - 10mm de ancho)	8	20.51%
Moderado (< 3mm de ancho)	9	23.08%
Total	39	100.00%

Nota: n=número de muros



Fuente: elaboración Propia

Figura 5. Vulnerabilidad estructural de los muros de albañilería

ANEXO E

**“AÑO DE LA INVERSION PARA EL DESARROLLO RURAL Y SEGURIDAD
ALIMENTARIA”**

Jaén, 12 de Febrero del 2013.

Oficio N° 06- 2013-DRE-C/UGEL-J/IE17524.

Señor : Lic. MAURILLO FALLA HERNANDEZ
COORDINADOR DE LA UNC- ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL SECCION
JAEN.

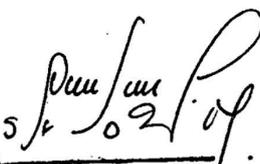
JAEN

Asunto : HAGO LLEGAR AUTORIZACION
Referencia : Estudio de Agrietamientos de la I.E. N°17524.

Por medio del presente tengo a bien expresarle mi cordial y afectuoso saludo, luego hacer de su conocimiento que después de haber coordinado personalmente con el Bachiller en Ingeniería Civil Pedro José Quiliche Aguirre, para que realice investigaciones sobre el por qué de los agrietamientos de los muros de la Institución Educativa N°17524, comprensión del Caserío San Agustín, Distrito de Bellavista, Provincia de Jaén, integrante de la Región Cajamarca; que dirijo, por tal motivo hago conocer que autorice para que se realice tales estudios y el mencionado profesional lo realice en forma satisfactoria, de lo cual me encuentro muy agradecido por los resultados que ocasione dicho estudio.

Concedora que el presente tendrá la aceptación que el caso amerita quedo de usted.

Atentamente.



Lic. Segundo P. Olaya Maza
DIRECTOR
C.M. 1027679857



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 PROL. MANCO CAPAC #198 MORRO SOLAR - TELF. 775964 - CEL. 976570368 - RPM. *688896 - JAEN

REGISTRO DE PERFORACIONES

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA DE LA
 I.E. N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN - BELLAVISTA
 UBICACION : LOCALIDAD SAN AGUSTIN, DISTRITO BELLAVISTA, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA
 PERFORACION : C - 01
 FECHA : MARZO - 2013

COTA (m)	PROFUNDIDAD (m)	SIMBOLO	NATURALEZA DEL TERRENO	MUESTRAS	OBSERVAC.
	0.00	∨ ∨ ∨ ∨	Materia organica, material no clasificado		
	0.25	∨ ∨ ∨ ∨			
		MH	Material conformado por limos inorganicos de color gris oscuro de consistencia semi dura de elevada plasticidad. Con humedad natural de 23.24%. L.L : 53.58 L.P : 29.96 I.P : 23.62	M - 1	
	2.00				

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F & F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Fabian Becerra Rodas
 Fabian Becerra Rodas
 TEC. LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

Ing. Ernesto Flores Lozada
 Ing. Ernesto Flores Lozada
 C.I.P. 76292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 PROL. MANCO CAPAC #198 MORRO SOLAR - TELF. 775964 - CEL. 976570368 - RPM. *688896 - JAEN

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC - E 204

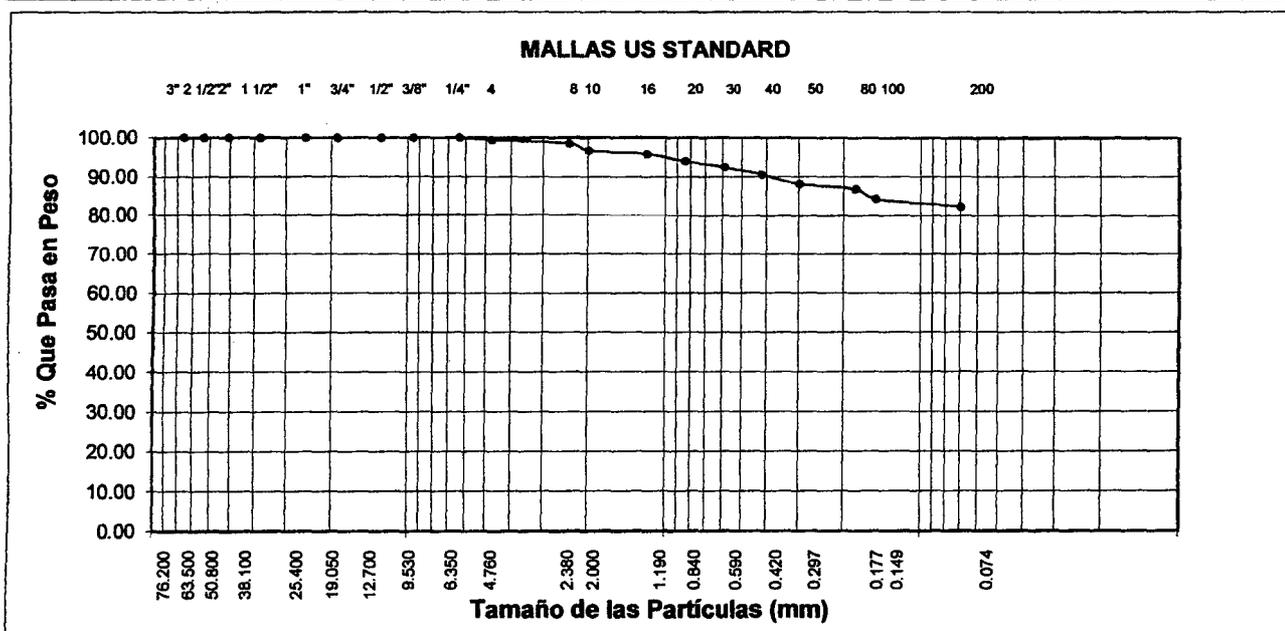
PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA DE LA I.E. N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN - BELLAVISTA
 UBICACIÓN : LOCALIDAD SAN AGUSTIN, DISTRITO BELLAVISTA, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA
 FECHA : MARZO - 2013

CALICATA N°: C - 01

MUESTRA N°: M - 1

PROFUNDIDAD : 0.25 - 2.00 m.

Abertura Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	CLASIFICACION SUCS
Pulg.	mm.						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						MH, limos inorgánicos, suelos finos de mica.
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						LL. : 53.58
3/4"	19.05						LP. : 29.96
1/2"	12.70						LP. : 23.62
3/8"	9.53						CLASIFICACION
1/4"	6.35				100.00		AASHTO :
N° 04	4.76	0.96	0.58	0.58	99.42		
N° 08	2.38	1.44	0.86	1.44	98.56		
N° 10	2.00	3.10	1.86	3.30	96.70		
N° 16	1.19	1.45	0.87	4.16	95.84		OBSERVACIONES: Humedad Natural: 23.24%
N° 30	0.59	2.54	1.52	7.53	92.47		
N° 40	0.42	3.11	1.86	9.40	90.60		
N° 50	0.30	4.01	2.40	11.80	88.20		
N° 80	0.18	2.19	1.31	13.11	86.89		
N° 100	0.15	4.25	2.55	15.66	84.34		
N° 200	0.07	3.31	1.98	17.64	82.36		
<N° 200		137.45	82.36	100.00	0.00		
Peso Inicial		166.89					



Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F & F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Fabian Becerra Rodas
 TEC. LABORATORISTA

TECNISU F & F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Lozada
 C.I.P. 76292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
 CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
 PROL. MANCO CAPAC #198 MORRO SOLAR - TELF. 775964 - CEL. 976570368 - RPM. *688896 - JAEN

LIMITES DE ATTERBERG

ASTM D-4318 - MTC - E - 111

PROYECTO : EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA DE LA I.E. N° 17524 DE LA LOCALIDAD DE SAN AGUSTIN - BELLAVISTA
UBICACIÓN : LOCALIDAD SAN AGUSTIN, DISTRITO BELLAVISTA, PROVINCIA JAEN, REGION CAJAMARCA
CALICATA : C - 01
FECHA : MARZO - 2013

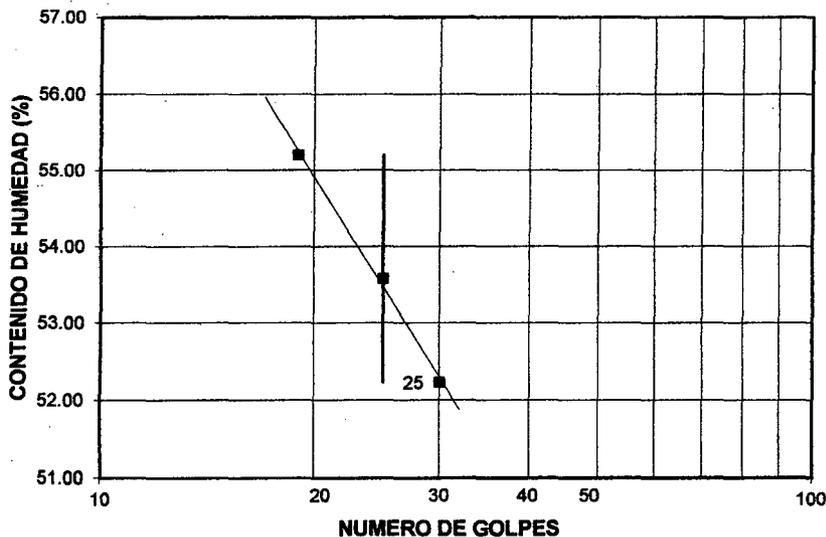
LIMITE LIQUIDO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.25 - 2.00			---		
PROFUNDIDAD (m)						
Número de golpes	19	25	30	---	---	---
1. Recipiente N°	1	13	64	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	54.36	60.13	62.92	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	39.52	44.55	46.45	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	12.66	15.41	14.95	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	14.84	15.58	16.47	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	26.86	29.14	31.50	---	---	---
7. Humedad (%)	55.25	53.47	52.29	---	---	---

LIMITE PLASTICO

CALICATA N° - MUESTRA N°	M - 1			---		
	0.25 - 2.00			---		
PROFUNDIDAD (m)						
1. Recipiente N°	9	---	---	---	---	---
2. Peso suelo húmedo + Tara (gr)	19.45	---	---	---	---	---
3. Peso suelo seco + Tara (gr)	18.06	---	---	---	---	---
4. Peso de la Tara (gr)	13.42	---	---	---	---	---
5. Peso del agua (gr)	1.39	---	---	---	---	---
6. Peso del suelo seco (gr)	4.64	---	---	---	---	---
7. Humedad (%)	29.96	---	---	---	---	---

GRAFICO DEL LIMITE LIQUIDO



	MUESTRA	
	M - 1	---
L.L.	53.58	---
L.P.	29.96	---
I.P.	23.62	---

MUESTRA	CLASIFICACION	
	SUCS	AASHTO
M - 1	MH	

Observaciones:

Registro INDECOPI N° 00064062

TECNISU F & F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Fabian Becerra Rodas
 TEC. LABORATORISTA

TECNISU F&F S.R.L.
 TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Lozada
 C.I.P. 76292



TECNISU F&F S.R.L.

TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

PAVIMENTOS - CONCRETO - ASFALTO - ROTURAS DE TESTIGOS
CIMENTACIONES - CANTERAS - PROYECTOS DE CARRETERAS - LABORATORIO
PROL. MANCO CAPAC #198 MORRO SOLAR - TELF. 775964 - CEL. 976570368 - RPM. *688896 - JAEN

I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

De acuerdo a la información de campo y laboratorio realizados, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

1. El área de estudio se encuentra ubicado en la LOCALIDAD SAN AGUSTIN - DISTRITO BELLAVISTA - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA.
2. Los suelos donde estará desplantada la cimentación están clasificados según el sistema de clasificación SUCS (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS). Como un suelo MH, Limos inorgánicos de consistencia semi dura de elevada plasticidad, de color gris oscuro.
3. En el terreno de fundación antes de cimentar se recomienda colocar una capa de 0.30 cm. de espesor de concreto ciclópeo 1:10 + 30% de piedra para mejorar el terreno de fundación por encontrarse materiales conformados por limos inorgánicos de elevada plasticidad.
4. La profundidad alcanzada en los sondeos es de 2.00 m.
5. Durante el proceso de excavación no se encontró el nivel freático:
6. El área en estudio se encuentra ubicada dentro de la zona de sismicidad N° 3 (zona de alta sismicidad), por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de considerable magnitud, con intensidad tan alta como VII a XI en la escala de mercalli modificado.
7. De acuerdo con la nueva Norma Técnica de Edificación E-30 Diseño Sismo-resistente y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los análisis sismo-resistentes, los siguientes parámetros:

FACTOR	VALOR	OBSERVACIONES
Factor de Zona (Z)	0.40	ZONA 3
Factor de Uso (U)	1.50	CAT. EDIF. A
Factor de Suelo (S)	1.40	SUELO S ₃
Periodo de Vibración del Suelo (Tp)	0.90	NORMA E. - 030

8. Los resultados del presente estudio son válidos sólo para la zona investigada.

TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS
Ing. Ernesto Flores Lozado
C.I.P. 76292



RUC N° 20487383547

REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES

CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA

TECNISU F&F S.R.L

Domiciliado en: PROLONG MANCO CAPAC 198 SECTOR MORRO SOLAR (POR LA PARADA) /CAJAMARCA-JAEN-JAEN (Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

PROVEEDOR DE BIENES

Vigencia : SUSPENDIDA
Renovación Anticipada : NO
Socios en común con (RUCs): : NO TIENE

PROVEEDOR DE SERVICIOS

Vigencia : Desde 01/08/2012 hasta 01/08/2013
Renovación Anticipada : NO
Socios en común con (RUCs): : NO TIENE

FECHA IMPRESIÓN: 22/03/2013

Nota:

Para mayor información la Entidad deberá verificar el estado actual de la vigencia de inscripción del proveedor en la página web del RNP: www.rnp.gob.pe - opción Verifique su Inscripción.

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 19864662

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 017019-2010/DSD - INDECOPI de fecha 04 de Noviembre de 2010, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación **TECNISU F&F S.R.L. TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS** y logotipo (se refrenda en otro), conforme al modelo adjunto

Distintivo : Servicios de construcción de obras; supervisión de obras, a saber, control de pavimentos de carreteras, control de construcción de rellenos de suelos; supervisión (inspección) de obras de construcción civil

Clase : 37 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0425198-2010

Autor : **TECNISU F & F S.R.L.**

País : Perú

Vigencia : 04 de Noviembre de 2010

Tomo : 321

Folio : 302



Patricia Barrios Vilela
Directora
Dirección de Signos Distintivos
INDECOPI



TECNISU F&F S.R.L.
TECNICOS EN INGENIERIA DE SUELOS

ANEXO F