



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación estructural mediante esclerometría para  
determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas  
autoconstruidas en la ciudad de Tacna, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Chino Rivera, Rubén David (ORCID 0000-0002-7692-5021)**

**ASESOR:**

**Mg. Sinche Rosillo, Fredy Marco (ORCID 0000-0002-3313-9530)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño Sísmico y Estructural**

**LIMA- PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida y la salud, por las oportunidades de alcanzar el sueño de ser profesional

A mi Padre que en paz descansa, por creer en mí, por darme amor y cariño, por ser el apoyo moral con orgullo, y a mi Madre por ser el apoyo incondicional en los últimos momentos consecución de mis sueños y metas planteadas.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi hermana y familia, Elsa Chino, a Carmen Arce por impulsarme a que cumpla sueño de ser un profesional y consejos para la culminación del presente trabajo de tesis.

A mis amigos (as), por ser mis cómplices incondicionales para alcanzar este logro profesional, gracias por el apoyo moral que me brindaron y por ser la motivación de mi vida.

A la Universidad Cesar Vallejo, por este tiempo que me permitió, a seguir aprendiendo y creciendo intelectualmente, asimismo brindarme la oportunidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| DEDICATORIA.....  | 1  |
| AGRADECIMIENTO.....   | 2  |
| ÍNDICE DE Contenido.....                                    | 3  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                     | 6  |
| RESUMEN .....   | 7  |
| ABSTRACT .....  | 8  |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 9  |
| II. MARCO TEÓRICO.....                                      | 14 |
| III. METODOLOGÍA.....                                       | 32 |
| 3.1 Tipo y Diseño de Investigación .....                    | 32 |
| 3.1.1 Tipo de investigación.....                            | 32 |
| 3.1.2 Diseño de investigación .....                         | 32 |
| 3.2 Variables y Operacionalización.....                     | 32 |
| 3.2.1 Variable Independiente .....                          | 32 |
| 3.2.2 Variable Dependiente.....                             | 32 |
| 3.2.3 Definición operacional .....                          | 33 |
| 3.3 Población, Muestra, Muestreo y Unidad de Análisis ..... | 33 |
| 3.3.1 Población .....                                       | 33 |
| 3.3.2 Muestra .....   | 34 |
| 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....   | 34 |
| 3.5 Procedimientos .....                                    | 34 |
| 3.5.1 Identificar las Viviendas Autoconstruidas .....       | 34 |
| 3.5.2 Encuestar al Propietario .....                        | 35 |
| 3.5.3 Análisis de la vivienda .....                         | 35 |
| 3.5.4 Diagnóstico de la vivienda.....                       | 35 |
| 3.6 Método de Análisis De Datos.....                        | 35 |

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 3.6.1 Programa Flujogramas..... | 36 |
| 3.7 Aspectos Éticos .....       | 36 |
| IV. RESULTADOS .....            | 37 |
| V. DISCUSIÓN.....               | 41 |
| VI. CONCLUSIONES.....           | 43 |
| VII. RECOMENDACIONES .....      | 44 |
| REFERENCIAS.....                | 45 |
| ANEXOS .....                    | 48 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1 Valores y nivel de riesgo sísmico .....   | 19 |
| Tabla 2 Cuadro de Sismos en el Tacna .....  | 22 |
| Tabla 3 Valores de los parámetros de peligro sísmico.....   | 26 |
| Tabla 4 Rango de valores para el cálculo de peligro sísmico.....  | 27 |
| Tabla 5 Rango de valores de las variables para cuantificar el peligro sísmico.....                                      | 27 |
| Tabla 6 Factores de zona.....   | 28 |
| Tabla 7 Tipo de perfiles de suelos.....   | 28 |
| Tabla 8 Definición Operacional .....  | 33 |
| Tabla 9 Resumen de ensayo resistencia en la Asoc. Villa El Tablón - Augusto B. Leguía, distrito de Tacna.....           | 37 |
| Tabla 10 Resumen del Índice de vulnerabilidad.....  | 37 |
| Tabla 11 Resumen de ensayo resistencia en la Asoc. Villa Los Granados - Augusto B. Leguía, Distrito de Tacna.....       | 38 |
| Tabla 12 Resumen del Índice de vulnerabilidad.....  | 38 |
| Tabla 13 Resumen de ensayo resistencia en la Av. Litoral - Augusto B. Leguía, Distrito de Tacna. ....                   | 38 |
| Tabla 14 Resumen del Índice de vulnerabilidad.....  | 38 |
| Tabla 15 Resumen de ensayo resistencia en el Distrito de Ciudad Nueva, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna. ....  | 38 |
| Tabla 16 Resumen del Índice de vulnerabilidad.....  | 39 |
| Tabla 17 Resumen de ensayo resistencia en el Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia de Tacna. .... | 39 |
| Tabla 18 Resumen del Índice de vulnerabilidad.....  | 39 |
| Tabla 19 Resumen de ensayo resistencia en el Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia de Tacna.....  | 40 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura1: Abaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro (Zc3-A)..... | 18 |
| Figura.2 Mapa de vulnerabilidad integral de sismo .....                     | 20 |
| Figura. 3Factor zonal del Perú .....  | 21 |

## RESUMEN

En la actualidad la construcción informal en nuestro país, sobrepasa el 80%, esto es un factor fundamental ante la ocurrencia de un evento sísmico, porque son estas edificaciones las que sufren daños estructurales considerables. Asimismo, se aprecia una mala calidad en los acabados finales, los mismos que no alcanzan su tiempo de vida útil, sino que prematuramente se empiezan a deteriorar, generando mayores gastos para el propietario.

La presente investigación está orientada para la resolución de un problema existente sobre la mala calidad e inadecuado proceso constructivo, los mismos que se realizan de manera empírica, sin tener en consideración en múltiples ocasiones las especificaciones técnicas existentes o quizás estas no existen.

A través de la esclerometría y las pruebas de resistencia se han podido verificar los niveles de vulnerabilidad de diferentes estructuras. Así, se ha podido verificar que la mayor parte de zonas donde se hicieron las pruebas de resistencia a través de la esclerometría han arrojado niveles de vulnerabilidad altos.

**Palabras clave:** vivienda, construcción, informal, resistencia, evaluación, estructural, Esclerometría.

## ABSTRACT

At present, informal construction in our country exceeds 80%, this is a fundamental factor in the event of a seismic event, because it is these buildings that suffer considerable structural damage. Likewise, there is a poor quality in the final finishes, which do not reach their useful life, but prematurely begin to deteriorate, generating higher expenses for the owner.

This research is aimed at solving an existing problem about the poor quality and inadequate construction process of final finishes in Costa, Centro and Sierra de Tacna, the same ones that are carried out empirically, without taking into consideration the specifications on multiple occasions. Existing techniques or perhaps these do not exist.

In this way, the creation of a guide will help the owner who plans to self-build his home to be able to follow an orientation that explains the step-by-step of how the execution of the works should be supervised at the finish level by the personnel hired informally.

**Keywords:** housing, construction, informal, resistance, evaluation, structural.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel local, en la ciudad de Tacna se puede apreciar que las construcciones informales son edificadas de manera desordenada y con escasos conocimientos en diseño sísmico estructural. Cabe destacar que al no tener una asesoría técnica podrían incurrir a diversas prácticas constructivas perjudiciales, edificando viviendas vulnerables con riesgo sísmico.

A lo largo de estas décadas pasadas en nuestro país, muchas edificaciones han sufrido daños a causa diversos sismos intensos, lo cual propició la aparición de daños estructurales irreparables colapsando muchas de estas.

La presente investigación pretende conocer el grado de vulnerabilidad y riesgo sísmico en las construcciones de albañilería de la ciudad de Tacna, las mismas que al edificarse sin tomar en cuenta las normas de construcción y vulnerabilidad sísmica, pueden generar perjuicio a las personas que las habitan.

De esta manera, consideramos que es necesario realizar una evaluación estructural por esclerometría de las construcciones en la ciudad de Tacna que nos permita tener información de su vulnerabilidad y, con ello, conocer el grado de seguridad en la que se encuentran sus habitantes ante un posible sismo de gran magnitud. Con ello lograremos reducir el riesgo sísmico, mejorando así las condiciones de seguridad como también ofrecer las recomendaciones necesarias para futuras construcciones de albañilería en la ciudad de Tacna.

### **Realidad Problemática**

Las construcciones de albañilería a la fecha presentan en su mayoría graves problemas constructivos, esto básicamente debido a la informalidad con la que se construyen. El Centro Nacional de Datos Geofísicos y Sismología (2001) brindó una información general sobre el terremoto que afectó el 23 de junio del 2001 toda la Región Sur del Perú, entre las regiones se incluyó a toda la región de Tacna, con la inclusión de otras ciudades extranjeras como Arica e Iquique en Chile y La Paz en Bolivia, siendo el epicentro cerca de la línea de costa; esto es, a 82 km al NW de la localidad de Ocoña, Departamento de Arequipa (Tavera, 2001).

El alto índice de construcción informal ha generado un crecimiento que se ha desbordado, poniendo en grave riesgo a la construcción, ahora bien, esto resulta peligroso para las familias en terrenos vulnerables y con materiales inadecuados. Según la ex decana del Colegio de Arquitectos de Lima, la Arq. Shirley Chilet, en unas declaraciones brindadas a la radio RPP Noticias indica que el 80% del total de las viviendas en el Perú han sido construidas solamente por el propietario, con la ausencia total de un profesional especializado (Ingeniero o Arquitecto), situación que hace a una vivienda vulnerable y susceptible ante las incidencias climáticas de los últimos días: “El 80% de las viviendas construidas en todo el Perú es producto de la autoconstrucción, es decir, no tienen supervisión técnica en todo su proceso. El propietario construye con la asistencia de un maestro de obra, pero no hay un ingeniero civil ni arquitecto” (Chilet, 2017, pág.14).

El desarrollo de los procesos constructivos de manera informal conlleva al sostenimiento de malas prácticas en la utilización de materiales inadecuados o mezclas que no respetan las proporciones necesarias, esto acarrea daños en las obras de construcción, sobre todo en que no garantizan la calidad de las obras, su resistencia, mucho menos la vida útil de éstas.

En este mismo sentido, la falta de experiencia en la construcción de viviendas afecta los últimos acabados de la parte externa e interna de las viviendas, las cuales tienen la finalidad de proporcionar belleza, estética y confort. Todo esto hace que se reflexione sobre la importancia de ejercer procesos de construcción formales y con asesoría técnica profesional, tal como lo sugiere la Cámara Peruana de la Construcción – CAPECO en un artículo de opinión para el diario GESTION, quienes indican que su reto lograr la sostenibilidad de las actividades dentro del sector de la construcción para lograr aminorar el porcentaje de las viviendas informales (CAPECO, 2019).

Dicho todo esto, resolvemos que es muy importante realizar una evaluación estructural por esclerometría que nos permitirá conocer la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna.

## **Problema**

### ***Problema General***

¿De qué manera una evaluación estructural mediante esclerometría permitiría determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021?

### ***Problemas Específicos***

- ¿Cómo sería posible conocer el estado de situacional estructural de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna?
- ¿De qué manera se podría conocer si las columnas de confinamiento de las viviendas autoconstruidas cumplen con las normas aplicables del reglamento nacional de edificaciones?
- ¿Cuál es la relación que existe entre los resultados de esclerometría con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna?

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Realizar la evaluación estructural mediante esclerometría para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar el estado situacional estructural mediante el desarrollo de los ensayos de esclerometría en viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna.
- Analizar del resultado de esclerometría en las columnas de confinamiento de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna con las normas aplicables del reglamento nacional de edificaciones.
- Analizar del resultado de esclerometría con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna.

## **Importancia de la Investigación**

- **Conveniencia**

Es conveniente desarrollar el presente trabajo, puesto que la construcción informal en nuestro país sobrepasa el 80%, y esto es un factor fundamental ante la ocurrencia de un evento sísmico, ya que son estas edificaciones las que sufren mayores daños estructurales, asimismo se aprecia una mala calidad en las construcciones, los mismos que no alcanzan su tiempo de vida útil, sino que prematuramente se empiezan a deteriorar, generando mayores gastos para el propietario.

- **Relevancia social**

La importancia de la realización de la presente tesis, tiene como objetivo alertar y prevenir pérdidas de vidas humanas ante un evento sísmico.

Los dueños puedan tomar precauciones necesarias previas a una construcción, planteándose la posibilidad de tener una secuencia de pasos lógicos a seguir, los mismos que contarían con especificaciones técnicas recomendadas y asesoría técnica mínima para obtener la calidad deseada en la construcción informal de viviendas en la ciudad de Tacna.

- **Implicancia práctica**

La realización del presente trabajo posibilitará al estudiante poner en práctica los conocimientos en las aulas universitarias en un caso práctico, donde se realizará la evaluación estructural por esclerometría, permitiendo determinar la vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna.

- **Valor teórico**

La presente investigación está orientada a la resolución de un problema existente sobre los procedimientos de las viviendas por autoconstrucción en la ciudad de Tacna, los mismos que se realizan de manera empírica, sin tener en consideración en múltiples ocasiones las buenas prácticas constructivas.

- **Relevancia normativa**

El presente trabajo posee relevancia normativa toda vez que existen parámetros normativos que demarcan los requisitos para alcanzar una adecuada calidad en los procesos y características de la ejecución de una construcción en albañilería logrando disminuir la vulnerabilidad y riesgos sísmicos.

### **Viabilidad de la Investigación**

A continuación, se hace mención de los argumentos por los cuales la presente investigación es viable en su ejecución:

- a) El presente trabajo es considerado viable, puesto que se cuenta con la experiencia en campo en la ejecución de obras de construcción de edificaciones acorde a la normatividad vigente, lo cual permitirá tener mayor criterio durante su ejecución.
- b) El presente trabajo es viable, debido a que se cuenta con el financiamiento de la tesis, para los gastos que sean necesarios y que se requieran en el desarrollo del trabajo de gabinete y campo.

### **Limitaciones del Estudio**

Para la realización de la presente investigación, se cuenta con las siguientes limitaciones, las cuales pueden ser subsanables y/o compensables:

- a) Bajo interés de entidades públicas, para conseguir financiamiento externo, y mitigar los gastos de la investigación.
- b) Accesibilidad hacia algunas viviendas, debido al estado de emergencia sanitaria de la pandemia global del COVID19, los propietarios no son prestos a colaborar con la investigación por el temor a contagios

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes de la Investigación

- **Internacional**

Como primer antecedente internacional tenemos el trabajo de Hernandez Macias & Pérez Oñate (2018) cuya investigación titula “Comparación de la Resistencia a la Compresión del Hormigón Mediante Análisis de Imágenes Multiespectrales”, para obtener el título de Máster en Ingeniería Estructural y de la Edificación de la Universidad Politécnica de Cataluña, el propósito general de este estudio fue determinar la correlación entre la respuesta del hormigón de modelos de hormigón. y su capacidad para analizar mezclas de hormigón. Se plantea la hipótesis de que la capacidad de realizar pruebas experimentales confirmó la validez del estudio. A través de su ejecución, fue posible ajustar los experimentos de acuerdo con la cantidad de muestras y monitorear su cuidado, como la cantidad de luz de los eventos durante las imágenes multicolores o la estabilidad de la humedad en el entorno de la muestra. Estos hallazgos requieren de un trabajo que antes no estaba pensado, así como en la construcción de contenedores o cajas de luz para fotografía.

Por otro lado, se tiene el estudio de investigación elaborado por Alzate (2017) titulado “Revisión de la inseguridad de importantes edificaciones Clase III y IV en la ciudad de Balboa, Risaralda”, para la obtención del título de Ingeniero Civil de la Universidad Libre Seccional Pereira. El propósito general de este estudio fue analizar el riesgo de construcción de los grupos III y IV de la NSR-10 en la localidad de Balboa - Risaralda. Se estima que el 55,55% de las viviendas estudiadas en la provincia de Balboa cumplen con el índice de sobreesfuerzo y deriva, lo que indica que la mayoría son de bajo riesgo. No tiene el mismo caudal la Escuela de Educación Santo Domingo Savio, en la que se llevó a cabo el proceso de reforzamiento, que equivale a ampliar el ancho de los muros de 0,12 m a 0,15 m. Finalmente, ninguna de las estructuras estudiadas fue modificada, lo que nos muestra que, aunque a simple vista existen fallas de diseño, los municipios de Balboa no hicieron nada al respecto.

Como tercer antecedente de investigación se tiene el trabajo publicado por Barriga (2014) en su investigación titulada “Análisis y Determinación de Metas Inseguras, en la Ciudad de Valdivia, de Proyectos de Vivienda Social ante Eventos Sísmicos, para modelar el Conocimiento Peligroso”; eligiendo el Título de Ingeniero en Construcción de la Universidad Austral de Chile. El objetivo de este estudio fue desarrollar una herramienta de monitoreo que permita identificar el riesgo de sismos en proyectos de vivienda. Se piensa que existen indicios de un alto riesgo sísmico para los asentamientos humanos en la ciudad de Valdivia, que alcanza cinco de los factores de riesgo más importantes para generar crisis habitacional en la zona de estudio. El resultado de peso de las encuestas a usuarios y profesionales es que el 80% del riesgo ambiental de la ciudad.

### **Nacional**

Como primer antecedente nacional se ha considerado el trabajo Zambrano (2017) el cual titula “Comparando Pruebas de Diamantina y Esclerometría a Fragmentos en Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca”; para cursar la carrera técnica en la Universidad Nacional de Cajamarca. y esclerometría realizada a partir de grietas en Japón, Portugal y Brasil - Cajamarca. A través de las métricas empleadas, se estima que la fuerza del hormigón resultante del ensayo de esclerometría es un 56,98% superior a la deformación estándar y el resultado de los ensayos de presión sobre muestras de hormigón a base de diamante es un 31,31% superior a la resistencia especial. I y Brazil Shreds se completaron con un esclerómetro o ensayo de martillo de rebote, según normas ASTM C-805M y NTP 339-181, para obtener una resistencia a la compresión de: 327,22 kg/cm<sup>2</sup>.

Como segundo antecedente nacional se consider el trabajo de Quispe (2018), cuya investigación titula “Evaluación del Poder Opresor del Concreto en Viviendas Similares en la Ciudad de Puno 2018”. Para obtener el nombre técnico de Ingeniero Civil - Universidad Nacional del Altiplano. El propósito general de este estudio fue analizar el poder opresor que alcanza el hormigón en los hogares de la ciudad de Puno. Por ello, se plantea analizar el poder opresor que alcanza el concreto en la ciudad central de Puno. Por otro lado, probar la fuerza opresiva que alcanza el hormigón en las viviendas aledañas en la ciudad de Puno.

El tercer antecedente nacional es el trabajo de Orderique (2019) cuya investigación titula “Evaluación estructural aplicando el método de índices de vulnerabilidad en la I.E. Santa Lucía, Provincia Ferreñafe”; para optar el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Cesar Vallejo de Chiclayo.

El presente estudio tuvo como objetivo principal analizar su diseño utilizando un sistema de seguimiento de vulnerabilidad en el centro educativo “Santa Lucía” de Ferreñafe - Lambayeque. Por tal motivo, y en base a las métricas empleadas, se asume que el área de estudio de “Santa Lucía” se ubica en una zona arcillosa franco arenoso (CL) y que es aceptable el concreto en la fase 1, donde se ubica. los módulos 2, 3, 4 y 5 no cumplen y no interactúan bien con la fuente de alimentación que opera la función de construcción. Por otra parte, el enfoque de índices de vulnerabilidad nos permite resumir de forma breve y/o breve la zona de estudio “Santa Lucía”, en la que se determinó el grado de inseguridad para las primeras 5 etapas, con riesgo moderado, en. Sin embargo, los módulos 6 y 7 son de alto riesgo. Cabe señalar que este método es muy importante, porque nos ayuda a reducir el número de riesgos, con el único fin de predecir los daños futuros de los terremotos. Finalmente, el reconocimiento de \*análisis lineal estático y dinámico en el centro de formación “Santa Lucía”, ayudó a determinar si existía algún tipo de entrepiso torcido (puntos) todo en diferentes tamaños y ubicaciones, que permitía, cuanto más importante aumentar Estimulación estructural, con el único propósito de prevenir daños en caso de un terremoto de gran magnitud.

## **Bases Teóricas**

### **a) Esclerómetro**

El esclerómetro es una máquina de dirección manual, de gran potencia, dependiendo de su funcionamiento es sencillo y se suministra con un poderoso peso y resorte, funciona cuando se lanza un gran peso en la parte superior para su medición. rebote que garantiza que, si golpeamos un objeto con cierta fuerza, el objeto regresa parte de la fuerza del soplado, teniendo que depender de la resistencia de los objetos que golpean, por lo que se supone que cuanto mayor sea la resistencia, menor será la resistencia.

## **Objetivo**

Establezca el conteo de rebotes en concreto sólido usando un martillo de acero con resorte. Se utilizan para medir la uniformidad del concreto en el lugar, para definir áreas con concreto mal formado o corroído, y para estimar la resistencia de la resistencia existente. El uso de este método de prueba para comparar la fuerza de compresión requiere el establecimiento de una correlación entre la tensión y el número repetitivo.

## **Ventajas:**

- Es un ensayo no destructivo lo que permite llevar a cabo un gran número de determinaciones sin modificar la resistencia, estética y funcionalidad de una estructura.
- Ensayo muy económico. Pudiéndose operar en horizontal o vertical
- Permite ensayar diferentes elementos en un corto espacio de tiempo con pocos medios auxiliares.
- Es lo suficientemente flexible para la corrección de errores y la aplicación de ensayos de tipo preventivo o piloto.

## **Factores de influencia y corrección**

Con este ensayo se logrará proporcionar datos confiables que reflejen la realidad

de los elementos ensayados hace uso de factores de corrección los mismos que analizaremos a continuación:

- Tipo de cemento
- Contenido de cemento
- Tipo de agregado
- Tipo de superficie
- Edad
- Carbonatación superficial
- Humedad
- Temperatura

### Determinación de la resistencia del concreto en base al valor “R”

El fabricante muestra un gráfico que contribuye en la modificación del factor adimensional “R” dado por el esclerómetro Zc3-A a unidades de resistencia a compresión (N/mm<sup>2</sup>), el grafico muestra curvas para posiciones diferentes de aplicación del ensayo como son de en sentido vertical y horizontal, esto debido a la acción de la gravedad sobre el martillo.

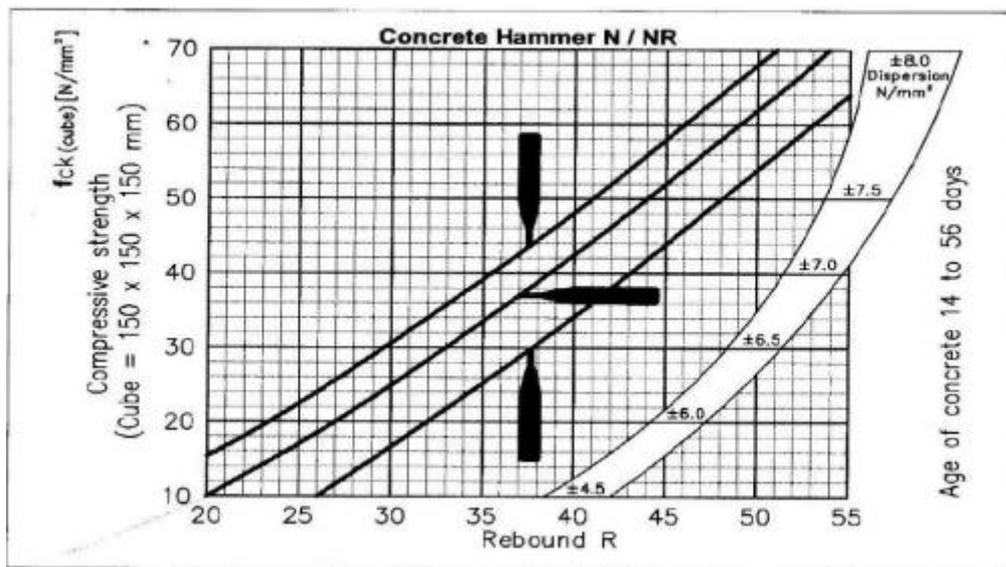


Figura1: Metodología del cálculo de resistencia (Zc3-A)

La figura muestra la relación que existen entre el valor “R” el cual es adimensional.

### Certificado de Calibración

El certificado de calibración del equipo, el cual abala la calidad del equipo a ser empleado en las mediciones ver (Anexo 3).

Este certificado fue emitido por el certificador, mediante el cual abala y garantiza la confiabilidad del equipo.

### b) Vulnerabilidad sísmica

Como señala Gómez (2014), la magnitud de la inseguridad, la accidentalidad y el riesgo de terremotos.

Uno de los tantos desastres naturales que experimentará nuestro planeta en todo momento y que está ocurriendo todo el tiempo, es un terremoto, el cual provoca daños que son mínimos o muy significativos, dependiendo de la magnitud de los sismos de esta naturaleza. de terreno, de algún tipo de construcción entre otros.

Según el método de (Mosquera Moreno, 2012), el riesgo de sismos es de naturaleza o cariz triple: la magnitud del sismo, que indica que la edificación sufrirá daños severos en caso de sismo (p. ej., posible derrumbe) y que el tipo del suelo donde se encuentra es blando; un nivel moderado de riesgo sísmico indica que la edificación resistirá daños sísmicos y que el tipo de suelo disponible es fuerte. Finalmente, un nivel de riesgo bajo, lo que indica que la construcción tiene una buena naturaleza sísmica y que la clase de suelo está en buenas o estables condiciones.

**Tabla 1 Valores y nivel de riesgo sísmico**

| Nivel de riesgo sísmico |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| Vulnerabilidad          | Baja  | Media | Alta  |
| Peligro                 | Baja  | Media | Alta  |
| Bajo                    | Bajo  | Medio | Medio |
| Medio                   | Medio | Medio | Alto  |
| Alto                    | Medio | Alto  | Alto  |

Fuente: Mosqueira y Tarqui, 2005.



Figura.2 Mapa de vulnerabilidad sísmica de la región de Tacna.

Fuente: MINAM

### **Sismicidad en el Perú**

Como señalan Bernal y Tavera (2002), el Perú es catalogado como una tierra de terremotos, pues se encuentra ubicado sobre el Cinturón de Fuego del Pacífico. En esta parte del mundo, el tamaño de la pendiente de la placa de Nazca debajo de la placa sudamericana y como resultado de su rivalidad, genera los paseos más bajos y más altos.

La Norma Técnica Peruana (E.030, 2019), junto con los terremotos, confirma que el Perú tiene cuatro grandes zonas susceptibles de sismo. Sostuvo que la fragmentación depende de la forma del movimiento sísmico y su reducción y distancia.

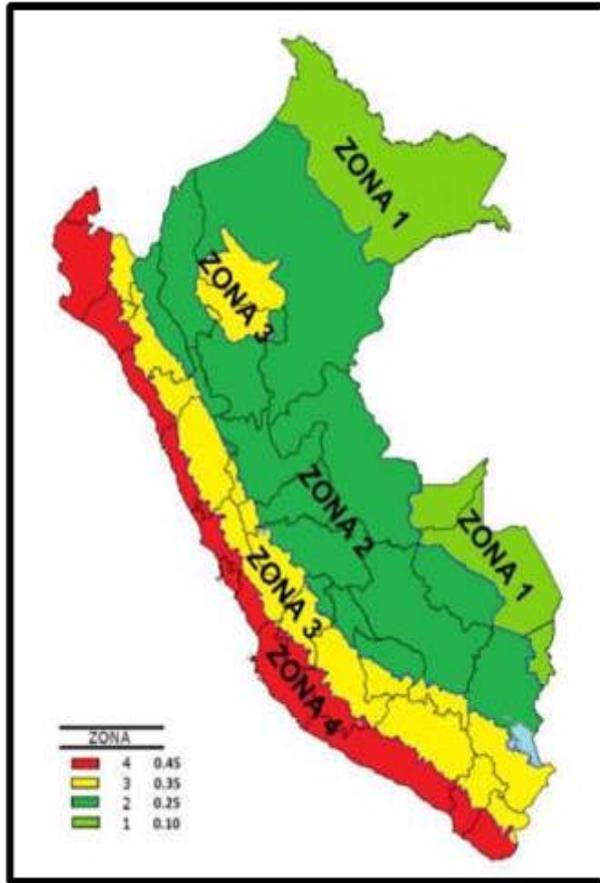


Figura. 3 Factor zonal del Perú

Fuente: Norma Técnica E.030, Diseño sismo resistente, 2018

## Sismo

Zelaya (2007) describe la sismicidad como el movimiento de la corteza terrestre debido a la liberación de energía. Esto ocurre a profundidades de 0 km a 700 km. Como resultado, se produce una caída, que puede resultar en la pérdida de todos los objetos y personas (p. 26).

Según Zelaya (2007), en la mayoría de los casos, las áreas densamente pobladas son las más afectadas por los terremotos. Además, muestra que hay muchos tipos de daños a los edificios, debido a los terremotos. Uno de ellos son los efectos de los terremotos; otro se debe a la degradación del suelo, y el último comienza con otros eventos ambientales (p. 29).

## Sismicidad en Tacna

Según la Norma Técnica Peruana (E.030, 2019), el departamento de Lima se encuentra ubicado en la zona sísmica 4.

El Instituto Geofísico del Perú (2019) muestra que, en el transcurso del 2021, Tacna experimentó 66 sismos de diversa índole, desde 3.2 hasta 5.4 (ver cuadro a continuación).

**Tabla 2 Cuadro de Sismos en el Tacna**

Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, 2019

| 2021  |                        |          |   |
|-------|------------------------|----------|---|
| N°    | FECHA                  | MAGNITUD | PROFUNDIDAD (KM)                                  |
| ENERO |                        |          |   |
| 1     | 03/01/2021<br>09:51:31 | 3.5      | 10 km al Sur de Tarata,<br>Tarata - Tacna         |
| 2     | 21/01/2021<br>07:57:45 | 3.8      | 54 km al Sur de Locumba,<br>Jorge Basadre - Tacna |
| 3     | 30/01/2021<br>03:22:05 | 4.4      | 56 km al SE de Calana,<br>Tacna - Tacna           |
| 4     | 30/01/2021<br>08:24:57 | 5.1      | 211 km al S de Tacna,                             |
| 5     | 09/02/2021<br>06:28:21 | 4.8      | 74 km al Sur-SE de Tacna,<br>Tacna - Tacna        |

|         |                        |     |  |
|---------|------------------------|-----|--|
| 6       | 12/02/2021<br>23:41:57 | 3.6 | 14 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna                  |
| 7       | 13/02/2021<br>00:48:23 | 5.4 | 12 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna                  |
| 8       | 15/02/2021<br>08:44:16 | 3.7 | 17 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna                  |
| 9       | 16/02/2021<br>12:16:39 | 3.6 | 16 km al Este-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna            |
| 10      | 28/02/2021<br>22:41:36 | 4.1 | 69 km al Sur - SE de Calana,<br>Tacna - Tacna            |
| FEBRERO |                        |     |  |
| 11      | 02/03/2021<br>12:50:46 | 3.7 | 21 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna          |
| 12      | 05/03/2021<br>15:05:24 | 3.8 | 53 km al Sur-SE de Calana,<br>Tacna - Tacna              |
| 13      | 07/03/2021<br>01:49:31 | 3.9 | 22 km al Este-SE de Tarata,<br>Tarata - Tacna            |
| 14      | 16/03/2021<br>14:52:51 | 3.5 | 13 km al Este de Tarata,<br>Tarata - Tacna               |
| MARZO   |                        |     |  |
| 15      | 18/04/2021<br>19:27:33 | 4.7 | 27 km al Este-SE de<br>Locumba, Jorge Basadre -<br>Tacna |
| 16      | 19/04/2021<br>15:31:51 | 4   | 1 km al E-NE de Locumba,<br>Jorge Basadre - Tacna        |
| 17      | 25/04/2021<br>05:37:58 | 3.7 | 22 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna          |
| 18      | 25/04/2021<br>00:02:33 | 3.7 | 25 km al Norte - NE de<br>Tarata, Tarata - Tacna         |
| 19      | 24/04/2021<br>22:25:26 | 3.7 | 24 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna          |
| 20      | 28/04/2021<br>18:46:07 | 3.6 | 18 km al Este - NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna        |
| 21      | 28/04/2021<br>21:47:46 | 3.7 | 16 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna          |
| 22      | 28/04/2021<br>21:49:39 | 4.7 | 24 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna          |
| 23      | 29/04/2021<br>02:08:13 | 3.7 | 19 km al Norte-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna           |
| 24      | 30/04/2021<br>05:02:30 | 3.8 | 20 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna          |
| 25      | 30/04/2021<br>05:08:11 | 3.6 | 20 km al E de Susapaya,<br>Tarata - Tacna                |
| 26      | 30/04/2021<br>06:40:21 | 3.6 | 21 km al Norte - NE de<br>Tarata, Tarata - Tacna         |
| 27      | 30/04/2021<br>08:31:58 | 3.9 | 24 km al E-NE de Susapaya,<br>Tarata - Tacna             |

| MAYO  |                        |     |   |
|-------|------------------------|-----|---|
| 28    | 05/05/2021<br>23:27:09 | 3.8 | 19 km al E-NE de Susapaya,<br>Tarata - Tacna      |
| 29    | 05/05/2021<br>11:38:56 | 3.6 | 21 km al Este - NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna |
| 30    | 08/05/2021<br>04:56:48 | 3.6 | 18 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna   |
| 31    | 10/05/2021<br>12:04:32 | 3.9 | 15 km al Este-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna     |
| 32    | 10/05/2021<br>03:13:07 | 4.1 | 16 km al Este- NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna  |
| 33    | 11/05/2021<br>19:27:36 | 3.8 | 13 km al Este-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna     |
| 34    | 12/05/2021<br>02:53:23 | 5   | 17 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna   |
| 35    | 13/05/2021<br>23:17:10 | 3.7 | 14 km al Este-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna     |
| 36    | 15/05/2021<br>20:28:32 | 3.7 | 15 km al E-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna        |
| 37    | 16/05/2021<br>08:28:17 | 4   | 14 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna           |
| 38    | 18/05/2021<br>06:20:44 | 3.7 | 19 km al Este de Tarata,<br>Tarata - Tacna        |
| 39    | 18/05/2021<br>21:13:51 | 4   | 21 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna   |
| 40    | 18/05/2021<br>15:23:30 | 4.2 | 13 km al NE de Susapaya,<br>Tarata - Tacna        |
| 41    | 20/05/2021<br>23:04:43 | 3.6 | 19 km al Norte-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna    |
| 42    | 21/05/2021<br>04:58:04 | 3.7 | 16 km al Norte-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna    |
| 43    | 22/05/2021<br>02:42:18 | 4.5 | 19 km al Este-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna     |
| 44    | 27/05/2021<br>03:34:39 | 3.9 | 18 km al Este-NE de<br>Susapaya, Tarata - Tacna   |
| 45    | 30/05/2021<br>19:01:13 | 4   | 52 km al SE de Tacna,<br>Tacna - Tacna            |
| 46    | 30/05/2021<br>16:13:42 | 3.5 | 17 km al E-NE de Tarata,<br>Tarata - Tacna        |
| 47    | 29/05/2021<br>04:04:15 | 4.4 | 17 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna           |
| JUNIO |                        |     |   |
| 48    | 04/06/2021<br>09:19:48 | 3.7 | 21 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna           |
| 49    | 12/06/2021<br>23:35:26 | 4.1 | 59 km al S de Tacna, Tacna<br>- Tacna             |

|        |                        |     |  |
|--------|------------------------|-----|--|
| 50     | 18/06/2021<br>21:39:48 | 4   | 16 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna            |
| 51     | 19/06/2021<br>23:34:16 | 3.6 | 11 km al Este de Susapaya,<br>Tarata - Tacna       |
| 52     | 23/06/2021<br>14:31:08 | 3.7 | 18 km al E de Tarata, Tarata<br>- Tacna            |
| 53     | 25/06/2021<br>21:35:28 | 4.6 | 106 km al SE de Calana,<br>Tacna - Tacna           |
| 54     | 27/06/2021<br>22:33:45 | 3.2 | 19 km al E-SE de Tarata,<br>Tarata - Tacna         |
| JULIO  |                        |     |  |
| 55     | 24/07/2021<br>17:31:08 | 3.8 | 18 km al E-NE de Susapaya,<br>Tarata - Tacna       |
| 56     | 07/07/2021<br>23:13:21 | 4   | 46 km al Este-SE de Calana,<br>Tacna - Tacna       |
| 57     | 07/07/2021<br>23:53:07 | 3.7 | 16 km al Sur-SO de Tacna,<br>Tacna - Tacna         |
| 58     | 09/07/2021<br>00:05:31 | 5.2 | 312 km al Sur-SE de Calana,<br>Tacna - Tacna       |
| 59     | 11/07/2021<br>14:53:34 | 3.9 | 23 km al S de Curibaya,<br>Candarave - Tacna       |
| 60     | 28/07/2021<br>06:09:52 | 4.4 | 76 km al SO de Tacna,<br>Tacna - Tacna             |
| AGOSTO |                        |     |  |
| 61     | 04/08/2021<br>12:51:37 | 4   | 21 km al NE de Susapaya,<br>Tarata - Tacna         |
| 62     | 04/08/2021<br>01:16:53 | 4.6 | 92 km al Sur-Este de Calana,<br>Tacna - Tacna      |
| 63     | 18/08/2021<br>01:29:20 | 4   | 41 km al Sur-SE de Calana,<br>Tacna - Tacna        |
| 64     | 21/08/2021<br>17:07:49 | 4.6 | 52 km al Sur-SO de Tacna,<br>Tacna - Tacna         |
| 65     | 24/08/2021<br>03:16:54 | 4.2 | 16 km al N de Alto De La<br>Alianza, Tacna - Tacna |
| 66     | 09/09/2021<br>22:25:39 | 4.3 | 40 km al SE de Calana,<br>Tacna - Tacna            |

Fuente: Adaptado del Instituto Geofísico del Perú, 2021.

## Métodos para evaluar la vulnerabilidad

### Método cuantitativo

Tal como indica Mattos (2104) este método se centra y focaliza en el uso eficiente de niveles resistentes a terremotos. Por lo tanto, de esta forma se realizará un análisis y diseño sísmico, ya que su finalidad principal es detectar las fallas que puede ocasionar un sismo.

### Método Cualitativo

Tal como indica Mattos (2104) el proceso, como su nombre lo indica, se basa en el carácter del edificio y su forma y arquitectura. Adicionalmente, se fijará en cómo se almacena, su edad y el tipo de suelo sobre el que se encuentra para determinar si su inseguridad será mínima, intermedia o superficial. Dentro de la mejor ruta se encuentra la ruta Hirosawa, la ruta norteamericana ACT-21 y la ruta italiana.

### Peligro sísmico

De acuerdo con la Norma de Diseño Sismorresistente (E.030, 2019), los peligros sísmicos dependen de la ubicación y el tipo de suelo. Por otro lado, Mosqueira (2012) afirma que, para determinar los riesgos sísmicos, se evalúan tres tipos.

#### Ecuación. Peligro sísmico

**Tabla 3** Valores de los parámetros de peligro sísmico

| Sismicidad (40%) |   | Suelo (40%) |   | Topografía (20%) |   |
|------------------|---|-------------|---|------------------|---|
| Baja             | 1 | Rígido      | 1 | Plana            | 1 |
| Media            | 2 | Intermedio  | 2 | Media            | 2 |
| Alta             | 3 | Flexible    | 3 | Pronunciada      | 3 |

Fuente: Mosqueira y Tarqui 2005

**Tabla 4** Rango de valores para el cálculo de peligro sísmico

| Sismicidad | Peligro sísmico | Rango     |
|------------|-----------------|-----------|
| Alta       | Baja            | 1.8       |
|            | Media           | 2 a 2.4   |
|            | Alta            | 2.6 a 3   |
| Media      | Baja            | 1.4 a 1.6 |
|            | Media           | 1.8 a 2.4 |
|            | Alta            | 2.6       |
| Baja       | Baja            | 1 a 1.6   |
|            | Media           | 1.8 a 2   |
|            | Alta            | 2.2       |

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

**Tabla 5** Rango de valores de las variables para cuantificar el peligro sísmico

| Sismicidad (40%) | Estructural |             |           |                  |       |             | Pesos (%) |    |    | Peligro Sísmico | Valor Numérico |
|------------------|-------------|-------------|-----------|------------------|-------|-------------|-----------|----|----|-----------------|----------------|
|                  | Suelo (40%) |             |           | Topografía (20%) |       |             | 40        | 40 | 20 |                 |                |
|                  | Rígidos     | Intermedios | Flexibles | Plana            | Media | Pronunciada |           |    |    |                 |                |
| BAJA             | x           |             |           | x                |       |             | 3         | 1  | 1  | Bajo            | 1.8            |
|                  | x           |             |           |                  | x     |             | 3         | 1  | 2  | Medio           | 2.0            |
|                  | x           |             |           | x                |       |             | 3         | 1  | 3  |                 | 2.2            |
|                  |             | x           |           |                  | x     |             | 3         | 2  | 1  |                 | 2.2            |
|                  |             | x           |           |                  |       | x           | 3         | 2  | 2  | 2.4             |                |
|                  |             | x           |           |                  |       |             | 3         | 2  | 3  | 2.6             |                |
|                  |             |             | x         | x                |       |             | 3         | 3  | 1  | Alto            | 2.6            |
|                  |             |             | x         |                  | x     |             | 3         | 3  | 2  |                 | 2.8            |
|                  |             |             | x         |                  |       | x           | 3         | 3  | 3  |                 | 3.0            |
| MEDIA            | x           |             |           | x                |       |             | 2         | 1  | 1  | Bajo            | 1.4            |
|                  | x           |             |           |                  | x     |             | 2         | 1  | 2  |                 | 1.6            |
|                  | x           |             |           |                  |       | x           | 2         | 1  | 3  | Medio           | 1.8            |
|                  |             | x           |           | x                |       |             | 2         | 2  | 1  |                 | 1.8            |

|      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |     |
|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|-------|-----|
|      |   | x |   |   | x |   | 2 | 2 | 2    |       | 2.0 |
|      |   | x |   |   |   | x | 2 | 2 | 3    |       | 2.2 |
|      |   |   | x | x |   |   | 2 | 3 | 1    |       | 2.2 |
|      |   |   | x |   | x |   | 2 | 3 | 2    |       | 2.4 |
|      |   | x |   |   | x | 2 | 3 | 3 | Alto | 2.6   |     |
| ALTA | x |   |   | x |   |   | 1 | 1 | 1    | Bajo  | 1.0 |
|      | x |   |   |   | x |   | 1 | 1 | 2    |       | 1.2 |
|      | x |   |   |   |   | x | 1 | 1 | 3    |       | 1.4 |
|      |   | x |   | x |   |   | 1 | 2 | 1    |       | 1.4 |
|      |   | x |   |   | x |   | 1 | 2 | 2    |       | 1.6 |
|      |   | x |   |   |   | x | 2 | 2 | 1    | Medio | 1.8 |
|      |   |   | x | x |   |   | 2 | 2 | 2    |       | 1.8 |
|      |   |   | x |   | x |   | 2 | 2 | 1    | Alto  | 2.0 |
|      |   |   | x |   |   | x | 2 | 2 | 2    |       | 2.2 |
|      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       |     |

Fuente: Mosqueira y Tarque, 2005

## Sismicidad

Según la Norma (E.030, 2019), en relación al diseño sismo resistente, los sismos se determinarán de acuerdo a la ubicación del proyecto. Si es la fase 1, tiene un pequeño terremoto; si son zona 2 y 3 presentan vibraciones centrales, y si son zona 4 presentan vibraciones significativas.

**Tabla 6 Factores de zona**

| ZONA | Z    |
|------|------|
| 4    | 0.45 |
| 3    | 0.35 |
| 2    | 0.25 |
| 1    | 0.10 |

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, 2019

## Perfil de suelo

En base a la Norma E.030, Earthquake Design (2019), la historia del suelo se determinará en función de la velocidad de corte ( $V_s$ ).

Tabla 7 Tipo de perfiles de suelos

| TIPOLOGÍA ESTRUCTURAL DE SUELOS            |   |
|--|---|
| Perfil tipo S0 : roca dura                 | La estructura del tipo S0 ve rocas sólidas a una altura de 30 m.  |
| Perfil tipo S1: roca o suelos muy rígidos  | La estructura del tipo S1 se centra en rocas fragmentadas (con $f'c > = 5 \text{ kg/cm}^2$ ), arenas muy duras (o areniscas gruesas) y arcillas muy curvadas. |
| Perfil tipo S2: suelos intermedios         | La estructura del tipo S2 se enfoca en arena seca (o areniscas sueltas) y suelo compactado.   |
| Perfil tipo S3: suelos blandos o flexibles | El tipo estructural S3 se basa en la piedra arenisca, además del suelo blando que se entrelaza con el otro tipo que no es S4.                                 |
| Perfil tipo S4: condiciones excepcionales  | La estructura del tipo S4 se conocerá solo si se requiere un estudio del terreno.   |

Fuente: Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2019)

### El significado de las palabras clave.

- Sismología: rama de la geofísica que estudia los objetos sísmicos y táctiles (Tavera, 2012, p. 34).
- Daño estructural: pérdida de resistencia de cualquier sistema que soporte la estructura, como resultado de factores externos o internos, así como de resistencia o rigidez.
- Grieta: Grieta mayor a 1mm, que se forma en una parte de su diseño.
- Fragmentación: una grieta leve o similar de 1 mm, que se forma en un lado.
- Muro: es una parte de la casa, que se puede diseñar para llevar muebles o dividir las habitaciones de la casa.
- Terremoto: Es el movimiento en el que se encuentra la corteza terrestre en cualquier dirección, lo que provoca el movimiento de las edificaciones.
- Riesgo: riesgo que puede sufrir una persona en caso de accidente.
- Riesgo sísmico: daños que pueden dañar los edificios como consecuencia de los terremotos.
- Riesgo sísmico: el potencial de que ocurran terremotos en un área (cf. Castillo, 1994).

Arriostre: muro que requiere un idóneo anclaje entre éste y sus elementos de arriostre (cf. Norma E.080 Adobe, 2018).

- Fuerzas sísmicas: fuerzas que resultan de los terremotos que ocurren como resultado de los terremotos.
  - Fenómenos naturales: eventos ambientales; puede conducir al desastre.
  - Hipocentro: aquí es donde comienza el movimiento sísmico. También llamado foco sísmico,
  - Epicentro: situado en la superficie de la tierra.
  - Línea: Objeto cuya relación entre la longitud y el objeto más pequeño es mayor a tres veces, especialmente utilizado para soportar cualquier tipo de carga de compresión axial.
  - Hormigón: es una mezcla de cemento portland u otro cemento hidráulico, árido fino, árido grueso y agua, con o sin aditivos.
  - Hormigón hueco: es todo hormigón utilizado en la construcción, incluido el hormigón macizo y el hormigón flexible.
  - Hormigón extra o reforzado: es un hormigón duradero con un mínimo de acero, comprimido o no, descrito en los Capítulos 1 a 21.
  - Hormigón ordinario: Hormigón armado sin armadura o con armadura levemente mayor que el hormigón menor.
  - Concreto de Peso Normal: Es un tipo de concreto que pesa alrededor de 2300 kg/m<sup>3</sup>.
  - Hormigón ciclópeo: es un hormigón simple, donde se añaden piedras de gran tamaño a la masa.
  - Hormigón durable: Es una mezcla hecha de cemento, bien amasado, ladrillo y desechos de agua.
  - Concreto mixto: Es el concreto que se pone en una fábrica, el cual puede ser mezclado uniformemente o en camiones mixtos y enviado al lugar de trabajo.
  - Hormigón estable: hormigón de construcción con resistencia interna instalada para reducir los esfuerzos que se pueden producir en el hormigón debido a la carga.
- Losa: Losa de pequeño espesor en relación a algunas de sus dimensiones utilizada como piso o cubierta, suele ser horizontal y armada en ambos lados dependiendo del tipo de soporte disponible en su línea. También se utiliza como diafragma sólido para mantener la estructura en su lugar contra terremotos horizontales.

- Muro Estructural: Un estándar, generalmente vertical, utilizado para cerrar o dividir cámaras, para resistir la gravedad axial y la carga en su plano desde la superficie del suelo o fluido.
- Muro de Corte o Placa: Un muro diseñado para soportar una combinación de fuerzas de corte, fuerzas axiales y diminutas inducidas por carga lateral.
- Viga: un enlace que es muy eficaz en flexión y corte.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

Partiendo del criterio de (Hernandez Macias & Pérez Oñate, 2018) podemos definir a la presente investigación como una pesquisa de tipo aplicada, esto debido a que se creará nuevos conocimientos en base a la ejecución de la presente investigación, ya que como producto final se obtendrá una guía constructiva que sirva para el desarrollo de las acciones concernientes a la ejecución de acabados finales en viviendas autoconstruidas, en la región de Tacna.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

La siguiente pesquisa según la definición de (Hernandez Macias & Pérez Oñate, 2018) es carácter no experimental, esto quiere decir que no se modificarán las variables que se estudiarán, sino se buscarán generar una cadena de procesos en base a un flujograma para estructurar de la mejor manera la secuencia de pasos lógicos para la ejecución de acabados finales y que estos tengan la calidad deseada.

#### **3.2 Variables y Operacionalización**

##### **3.2.1 Variable Independiente**

Evaluación estructural por esclerometría

Definición:

Ejecutar un análisis de la estructura del concreto por medio del esclerómetro, con el cual se logra medir la resistencia a par r la cantidad de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido (Vallejo García, 2017).

##### **3.2.2 Variable Dependiente**

Vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna,2021

### 3.2.3 Definición operacional

**Tabla 8 Definición Operacional**

| VARIABLE                                 | DEFINICIÓN  | DIMENSIONES | INDICADORES  |
|--|---|-------------|--|
| Evaluación estructural por esclerometría | Ejecutar un análisis de la estructura del concreto por medio del esclerómetro, con el cual se logra medir la resistencia a partir de la cantidad de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido (Vallejo, 2017). | Columnas    | Cumple con la normativa E030, E060 y E070  |
| Vulnerabilidad                           | Conjunto de condiciones estructurales que acarrear un riesgo en la resistencia de una edificación y que son eventualmente vulnerables ante eventos sísmicos. (Orderique, 2018)  |             | Probabilidades que ocurra un incidente como daños a la estructura ó colapso, si no cumple con los estándares indicados en la normativa E030, E060 y E070 |

Fuente: En base a la revisión de la literatura científica.

## 3.3 Población, Muestra, Muestreo y Unidad de Análisis

### 3.3.1 Población

A fin de concretar la presente pesquisa, se tiene como muestra las viviendas autoconstruidas en Tacna – 2021, las mismas que tienen la característica

principal que muchas veces no cuentan con la asesoría técnica necesaria y requerida para lograr una vivienda de calidad.

### **3.3.2 Muestra**

En lo referente a la muestra de esta investigación, la muestra será las viviendas autoconstruidas ubicadas en la Zonas de distritos de Ciudad Nueva, Centro de Tacna, Distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, lugar de mayor cantidad de autoconstrucciones y vulnerabilidad sísmica, de expansión urbana, en la cual se pretende saber la vulnerabilidad sísmica en edificaciones.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

- La primera actividad corresponderá a la ejecución del trabajo, se realizará la selección de las viviendas autoconstruidas.
- A continuación, se realiza la toma de información de campo, los cuales serán evaluados para encontrar los errores más comunes que se vienen cometiendo producto de la informalidad.
- Se aplicó en 54 viviendas de tres distritos los ensayos por esclerometría. De 70% de las viviendas autoconstruida en ciudad de Tacna.
- Se procedió a la evaluación de los resultados, y en base a esto se es vulnerable según las normas
- Posterior a esto se plantearon especificaciones técnicas estandarizadas, que cumplan con cubrir las deficiencias encontradas en la etapa de inspección de campo. De tal forma que el entregable

### **3.5 Procedimientos**

#### **3.5.1 Identificar las Viviendas Autoconstruidas**

Para la identificación de las viviendas autoconstruidas es necesario que se las identifique con ciertos criterios, de esta manera lograremos definir nuestro problema y a lo que vamos a llegar. A continuación, se detallan los criterios:

- Estado de conservación
- Tipo de sistema constructivo
- Cantidad de pisos

### 3.5.2 Encuestar al Propietario

Una vez que identificamos las viviendas, procederemos a visitar a los propietarios y realizarles unas pequeñas encuestas para confirmar que sus viviendas son autoconstruidas, bajo las siguientes definiciones:

- Año de construcción.
- Si la vivienda tiene Licencia de Edificación.
- Si tuvo un profesional en supervisión (Ingeniero/Arquitecto).
- Si su vivienda ocasiona mayores gastos en mantenimiento.

### 3.5.3 Análisis de la vivienda

Mediante un formato de fichas iremos detallando cada una de las observaciones que se encuentren al exterior como el interior de las viviendas. Para ello los separaremos por tipos de acabos en:

### 3.5.4 Diagnóstico de la vivienda

Una vez que se termine con el análisis de la vivienda, pasamos a obtener el procesar datos.

## 3.6 Método de Análisis De Datos

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se aplicaron las siguientes técnicas, refiriéndose al proceso de la información:

- **Ficha de Observación Esclerometría:** Es una ficha para recoger información y procesarla.
- **Cuestionario:** Consiste en la aplicación de campo de observación directa de para determinar las deficiencias típicas en la ejecución de la ejecución de viviendas autoconstruidas.
- **Microsoft Excel:** Este software, nos será de utilidad cuando queramos consolidar la información obtenida del trabajo de campo, la misma que podrá ser expresada de manera amigable, para un fácil entendimiento, resultando las siguientes fichas:

### **3.6.1 Programa Flujogramas**

Se realizará el diseño del flujograma de procesos que contendrá la base de información a ser necesaria para el diseño del a que pretende alcanzar el desarrollo de este trabajo de investigación

### **3.7 Aspectos Éticos**

En la siguiente pesquisa, se desarrolla los ensayos de campo y trabajo de gabinete que serán realizados por el tesista, quien contará con la asesoría directa de un profesional especializado en la materia

#### IV. RESULTADOS

En esta investigación se tomó en cuenta los estudios realizados a través de las medidas de campo y análisis de laboratorio de las medidas tomadas con base al esclerómetro. Obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 9 Resumen de ensayo resistencia en la Asoc. Villa El Tablón - Augusto B. Leguía, distrito de Tacna.**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      |       | Resist.             |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|---------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM. | kg./cm <sup>2</sup> |
| 1  | MZ.F1 LTE 08                 | 28               | 28  | 26  | 27  | 29  | 26  | 28  | 28  | 28  | 27   | 27.5  | 173.00              |
| 2  | MZ.F1 LTE 09                 | 30               | 26  | 26  | 28  | 28  | 27  | 26  | 27  | 26  | 26   | 27.0  | 165.00              |
| 3  | MZ.H1 LTE 1                  | 27               | 27  | 26  | 25  | 30  | 30  | 27  | 30  | 31  | 30   | 28.3  | 183.00              |
| 4  | MZ.J LTE 08                  | 28               | 29  | 26  | 27  | 29  | 29  | 28  | 28  | 29  | 27   | 28.0  | 180.00              |
| 5  | MZ.J LTE 12                  | 29               | 29  | 25  | 27  | 26  | 32  | 29  | 27  | 30  | 27   | 28.1  | 181.00              |
| 6  | MZ.H1 LTE 14                 | 30               | 30  | 32  | 27  | 27  | 26  | 30  | 30  | 26  | 27   | 28.5  | 185.00              |
| 7  | CALLE TABLON #92             | 30               | 28  | 29  | 27  | 26  | 27  | 28  | 26  | 26  | 32   | 27.9  | 179.00              |
| 8  | CALLE TABLON #80             | 29               | 28  | 28  | 20  | 29  | 26  | 31  | 30  | 26  | 28   | 27.5  | 173.00              |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10 Resumen del Índice de vulnerabilidad**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | INDICE | VULNERABILIDAD |
|----|------------------------------|--------|----------------|
| 1  | MZ.F1 LTE 08                 | 173.00 | Alta           |
| 2  | MZ.F1 LTE 09                 | 165.00 | Alta           |
| 3  | MZ.H1 LTE 1                  | 183.00 | Intermedia     |
| 4  | MZ.J LTE 08                  | 180.00 | Intermedia     |
| 5  | MZ.J LTE 12                  | 181.00 | Intermedia     |
| 6  | MZ.H1 LTE 14                 | 185.00 | Intermedia     |
| 7  | CALLE TABLON #92             | 179.00 | Intermedia     |
| 8  | CALLE TABLON #80             | 173.00 | Alta           |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 11 Resumen de ensayo resistencia en la Asoc. Villa Los Granados - Augusto B. Leguía, Distrito de Tacna.**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Resist. |                     |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|---------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM.   | kg./cm <sup>2</sup> |
| 1  | MZ. X LT.11                  | 28               | 26  | 26  | 29  | 28  | 26  | 35  | 28  | 28  | 28   | 28.2    | 182.00              |
| 2  | MZ. X LT.12                  | 30               | 31  | 26  | 26  | 23  | 25  | 28  | 26  | 30  | 32   | 27.7    | 175.00              |
| 3  | MZ.Y LTE. 09                 | 26               | 26  | 28  | 28  | 30  | 26  | 24  | 26  | 26  | 30   | 27.0    | 165.00              |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 12 Resumen del Índice de vulnerabilidad**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | INDICE | VULNERABILIDAD |
|----|------------------------------|--------|----------------|
| 1  | MZ. X LT.11                  | 182.00 | Intermedia     |
| 2  | MZ. X LT.12                  | 175.00 | Alta           |
| 3  | MZ. Y LTE. 09                | 165.00 | Alta           |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 13 Resumen de ensayo resistencia en la Av. Litoral - Augusto B. Leguía, Distrito de Tacna.**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Resist. |                     |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|---------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM.   | kg./cm <sup>2</sup> |
| 1  | Nº 350                       | 30               | 28  | 25  | 28  | 27  | 26  | 25  | 26  | 28  | 28   | 27.1    | 167.00              |
| 2  | Nº 352                       | 30               | 28  | 26  | 26  | 28  | 29  | 28  | 26  | 29  | 32   | 28.2    | 182.00              |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 14 Resumen del Índice de vulnerabilidad**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | INDICE | VULNERABILIDAD |
|----|------------------------------|--------|----------------|
| 1  | Nº 350                       | 167.00 | Alta           |
| 2  | Nº 352                       | 182.00 | Intermedia     |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 15 Resumen de ensayo resistencia en el Distrito de Ciudad Nueva, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna.**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Resist. |                     |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|---------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM.   | kg./cm <sup>2</sup> |
| 1  | MZ. 70 LTE. 10               | 24               | 26  | 23  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25  | 26  | 26   | 25.0    | 140.00              |
| 2  | MZ. 76 LTE. 29               | 26               | 27  | 26  | 26  | 24  | 28  | 30  | 22  | 26  | 25   | 26.0    | 158.00              |
| 3  | MZ. 132 LTE. 13              | 30               | 30  | 25  | 26  | 26  | 28  | 26  | 29  | 30  | 30   | 28.0    | 180.00              |
| 4  | MZ. 136 LTE. 20              | 30               | 31  | 28  | 26  | 26  | 26  | 29  | 24  | 24  | 26   | 27.0    | 165.00              |
| 5  | MZ. 166 LTE. 13              | 28               | 26  | 25  | 28  | 30  | 32  | 30  | 30  | 30  | 30   | 28.9    | 189.00              |
| 6  | MZ. 130 LTE. 02              | 30               | 32  | 25  | 30  | 24  | 30  | 31  | 28  | 28  | 27   | 28.5    | 185.00              |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 16 Resumen del Índice de vulnerabilidad**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | INDICE | VULNERABILIDAD |
|----|------------------------------|--------|----------------|
| 1  | MZ. 70 LTE. 10               | 140.00 | Alta           |
| 2  | MZ. 76 LTE. 29               | 158.00 | Alta           |
| 3  | MZ. 132 LTE. 13              | 180.00 | Intermedia     |
| 4  | MZ. 136 LTE. 20              | 165.00 | Alta           |
| 5  | MZ. 166 LTE. 13              | 189.00 | Intermedia     |
| 6  | MZ. 130 LTE. 02              | 185.00 | Intermedia     |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 17 Resumen de ensayo resistencia en el Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia de Tacna.**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Resist.<br>kg./cm <sup>2</sup> |        |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------|--------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 |                                | PROM.  |
| 1  | Mz. A Lte.23                 | 24               | 26  | 23  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25  | 26  | 26   | 25.0                           | 140.00 |
| 2  | Mz. 457 Lte. 10              | 26               | 27  | 26  | 26  | 24  | 28  | 30  | 22  | 26  | 25   | 26.0                           | 158.00 |
| 3  | Mz. 458 Lte. 18              | 30               | 30  | 25  | 26  | 26  | 28  | 26  | 29  | 30  | 30   | 28.0                           | 180.00 |
| 4  | Mz. 459 Lte. 18              | 30               | 31  | 28  | 26  | 26  | 26  | 29  | 24  | 24  | 26   | 27.0                           | 165.00 |
| 5  | Mz. 457 Lte. 14              | 28               | 26  | 25  | 28  | 30  | 32  | 30  | 30  | 30  | 30   | 28.9                           | 189.00 |
| 6  | Mz. 457 Lte. 18              | 30               | 32  | 25  | 30  | 24  | 30  | 31  | 28  | 28  | 27   | 28.5                           | 185.00 |
| 7  | Mz. 442 Lte. 14              | 24               | 26  | 23  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25  | 26  | 26   | 25.0                           | 140.00 |
| 8  | Mz. 438 Lte. 27              | 26               | 27  | 26  | 26  | 24  | 28  | 30  | 22  | 26  | 25   | 26.0                           | 158.00 |
| 9  | Mz. 429 Lte. 27              | 30               | 30  | 25  | 26  | 26  | 28  | 26  | 29  | 30  | 30   | 28.0                           | 180.00 |
| 10 | Mz. 431 Lte. 35              | 30               | 31  | 28  | 26  | 26  | 26  | 29  | 24  | 24  | 26   | 27.0                           | 165.00 |
| 11 | Mz. 431 Lte. 27              | 28               | 26  | 25  | 28  | 30  | 32  | 30  | 30  | 30  | 30   | 28.9                           | 189.00 |
| 12 | Mz. 435 Lte. 23              | 30               | 32  | 25  | 30  | 24  | 30  | 31  | 28  | 28  | 27   | 28.5                           | 185.00 |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 18 Resumen del Índice de vulnerabilidad**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | INDICE | VULNERABILIDAD |
|----|------------------------------|--------|----------------|
| 1  | Mz. A Lte.23                 | 140.00 | Alta           |
| 2  | Mz. 457 Lte. 10              | 158.00 | Alta           |
| 3  | Mz. 458 Lte. 18              | 180.00 | Intermedia     |
| 4  | Mz. 459 Lte. 18              | 165.00 | Alta           |
| 5  | Mz. 457 Lte. 14              | 189.00 | Intermedia     |
| 6  | Mz. 457 Lte. 18              | 185.00 | Intermedia     |
| 7  | Mz. 442 Lte. 14              | 140.00 | Alta           |
| 8  | Mz. 438 Lte. 27              | 158.00 | Alta           |
| 9  | Mz. 429 Lte. 27              | 180.00 | Intermedia     |
| 10 | Mz. 431 Lte. 35              | 165.00 | Alta           |
| 11 | Mz. 431 Lte. 27              | 189.00 | Intermedia     |
| 12 | Mz. 435 Lte. 23              | 185.00 | Intermedia     |

Fuente:

Elaboración propia.

**Tabla 19 Resumen de ensayo resistencia en el Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia de Tacna.**

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      |       | Resist.<br>kg./cm <sup>2</sup> |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------------------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM. |                                |
| 13 | Mz. 433 Lte. 22              | 36               | 38  | 40  | 37  | 37  | 32  | 38  | 40  | 41  | 39   | 37.8  | 318.00                         |
| 14 | Mz. 231 Lte. 05              | 30               | 28  | 31  | 32  | 27  | 30  | 31  | 28  | 32  | 29   | 29.8  | 206.00                         |
| 15 | Mz. 230 Lte. 03              | 32               | 34  | 34  | 32  | 33  | 31  | 33  | 30  | 32  | 29   | 32.0  | 238.00                         |
| 16 | Mz. 229 Lte. 18              | 31               | 34  | 33  | 35  | 35  | 34  | 30  | 36  | 31  | 37   | 33.6  | 256.00                         |
| 17 | Mz. 235 Lte. 20              | 28               | 26  | 30  | 29  | 25  | 28  | 30  | 27  | 28  | 31   | 28.2  | 182.00                         |
| 18 | Mz. 236 Lte. 20              | 28               | 30  | 26  | 29  | 27  | 29  | 30  | 30  | 28  | 27   | 28.4  | 184.00                         |
| 19 | Mz. 237 Lte. 08              | 29               | 32  | 30  | 31  | 34  | 33  | 28  | 33  | 30  | 30   | 31.0  | 210.00                         |
| 20 | Mz. 237 Lte. 09              | 30               | 28  | 31  | 30  | 26  | 28  | 32  | 30  | 31  | 29   | 29.5  | 200.00                         |
| 21 | Mz. 220 Lte. 27              | 32               | 30  | 33  | 28  | 30  | 31  | 30  | 33  | 33  | 30   | 31.0  | 220.00                         |
| 22 | Mz. 426 Lte. 34              | 34               | 30  | 30  | 35  | 33  | 32  | 31  | 30  | 32  | 33   | 32.0  | 238.00                         |
| 23 | Mz. 426 Lte. 09              | 29               | 28  | 30  | 32  | 30  | 28  | 29  | 31  | 32  | 32   | 30.1  | 211.00                         |

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | INDICE | VULNERABILIDAD |
|----|------------------------------|--------|----------------|
| 13 | Mz. 433 Lte. 22              | 318.00 | Baja           |
| 14 | Mz. 231 Lte. 05              | 206.00 | Intermedia     |
| 15 | Mz. 230 Lte. 03              | 238.00 | Baja           |
| 16 | Mz. 229 Lte. 18              | 256.00 | Baja           |
| 17 | Mz. 235 Lte. 20              | 182.00 | Intermedia     |
| 18 | Mz. 236 Lte. 20              | 184.00 | Intermedia     |
| 19 | Mz. 237 Lte. 08              | 210.00 | Baja           |
| 20 | Mz. 237 Lte. 09              | 200.00 | Intermedia     |
| 21 | Mz. 220 Lte. 27              | 220.00 | Baja           |
| 22 | Mz. 426 Lte. 34              | 238.00 | Baja           |
| 23 | Mz. 426 Lte. 09              | 211.00 | Baja           |

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20 Resumen del Índice de vulnerabilidad**

Fuente: Elaboración propia.

## V. DISCUSIÓN

En relación a los resultados podemos señalar los principales errores que presentan las viviendas en razón de su construcción autoconstruida u autogestionada, siendo que, en función a las pruebas realizadas a través de la esclerometría se ha podido verificar sus distintos niveles de vulnerabilidad.

Las normas E060 Y E070, nos ofrecen una serie de directrices para la construcción de viviendas más aún por la ubicación geográfica del Perú, la cual se ubica en la zona de alto riesgo sísmico conocida como Cinturón de Fuego y Fallo de san Andrés. Sin embargo, el desconocimiento que se tiene de estas al desarrollar viviendas autoconstruidas, aumenta el riesgo de vida de las personas, ante cualquier evento geográfico que se presente.

De esta manera, consideramos que el cumplimiento de estas y otras normas del sector vivienda debe ser impulsada a través de una mayor dotación de funciones a nivel de las pericias por parte de profesionales, ya que la existencia de normativa sobre el tema es insuficiente, cuando según CAPECO cerca del 75% de las viviendas son autoconstruidas, lo que es coincidente con las cifras ofrecidas por SENCICO, quien tan solo para el 2018 indicó que cerca del 80% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas.

Se pudo constatar del estudio de campo que las viviendas habían sido construidas sin la presencia de un personal calificado, prescindiendo del diseño de un plano y con la presencia de materiales de baja calidad. Estas falencias se corresponden con una ausencia de instrumentos de planificación urbana de las entidades municipales y regionales al tiempo en que estas viviendas fueron construidas.

Así, se ha podido verificar que la mayor parte de zonas donde se hicieron las pruebas de resistencia a través de la esclerometría han arrojado niveles de vulnerabilidad altos. Entre ellos tenemos el Distrito de Ciudad Nueva y el Distrito

de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, cuyos índices se consideran dentro de las categorías de vulnerabilidad alta e intermedia.

Por otro lado, tenemos los puntajes e índices de la Zona Augusto B. Leguía, donde los índices de vulnerabilidad se sitúan dentro de los niveles alto e intermedio, siendo predominantemente alto en la zona Tablón.

De esta manera se ha podido determinar que el índice predominante en las pruebas de resistencia a través de la esclerometría fue de vulnerabilidad de nivel alto, lo que conlleva riesgo para los habitantes de la vivienda en caso de evento sísmico.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **PRIMERA**

Cerca del 68% de las viviendas en el Perú son autoconstruidas, verificándose con el estudio de campo, la forma autogestionada de la asistencia técnica, la ausencia de profesionales como ingenieros civiles o arquitectos, la ausencia de calidad en los materiales empleados y la ausencia de un plano o diseño para la construcción. De esta manera se ha podido corroborar que no se cumplen con las directrices de la norma E070.

### **SEGUNDA**

A través de la esclerometría y las pruebas de resistencia se han podido verificar los niveles de vulnerabilidad de diferentes estructuras. Así, se ha podido verificar que la mayor parte de zonas donde se hicieron las pruebas de resistencia a través de la esclerometría han arrojado niveles de vulnerabilidad altos. Entre ellos tenemos el Distrito de Ciudad Nueva y el Distrito de coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, cuyos índices se consideran dentro de las categorías de vulnerabilidad alta e intermedia. Por otro lado, tenemos los puntajes e índices de la Zona Augusto B. Leguía, donde los índices de vulnerabilidad se sitúan dentro de los niveles alto e intermedio, siendo predominantemente alto en la zona Tablón.

### **TERCERA**

De esta manera se ha podido determinar que el índice predominante en las pruebas de resistencia a través de la esclerometría fue de vulnerabilidad de nivel alto, lo que conlleva riesgo para los habitantes de la vivienda en caso de evento sísmico.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **PRIMERA**

Se recomienda precisar de un plan para realizar actividades de reforzamiento a nivel estructural tomando en cuenta el procedimiento de rigidización de muros a fin de mitigar la vulnerabilidad de las estructuras.

### **SEGUNDA**

Se recomienda a las autoridades regionales la implementación de un plan coordinado de planificación urbana, así como el cumplimiento de la normativa expedida para el sector vivienda, creando incentivos para la población y destinando presupuesto para la contratación de profesionales de la materia.

### **TERCERA**

Se recomienda a los pobladores cuyas viviendas fueron evaluadas, adoptar en consideración los resultados del presente estudio a fin de realizar un plan de acción que permita disminuir el riesgo de pérdidas económicas como de posible daño a las personas.

## VIII. REFERENCIAS

- Alzate Buitrago, A. (2017). evaluación de la vulnerabilidad estructural de las edificaciones indispensables del grupo iii y vi en municipio de balboa risaralda. (*para optar título ingeniero civil*). universidad libre seccional pereira, balboa,risaralda, colombia.
- ANDINA. (3 de JULIO de 2008). *ANDINA*. Obtenido de El 70% de las viviendas en Perú son informales, estima Ministerio de Vivienda: <https://andina.pe/agencia/noticia-el-70-las-viviendas-peru-son-informales-estima-ministerio-vivienda-182841.aspx#:~:text=Bicentenario,El%2070%25%20de%20las%20viviendas%20en%20Per%C3%BA,informales%2C%20estima%20Ministerio%20de%20Vivienda&text=El%20vicemin>
- ANDINA. (3 de 7 de 2008). *ANDINA*. Obtenido de El 70% de las viviendas en Perú son informales, estima Ministerio de Vivienda: <https://andina.pe/agencia/noticia-el-70-las-viviendas-peru-son-informales-estima-ministerio-vivienda-182841.aspx#:~:text=Bicentenario,El%2070%25%20de%20las%20viviendas%20en%20Per%C3%BA,informales%2C%20estima%20Ministerio%20de%20Vivienda&text=El%20vicemin>
- Barriga Monje, N. F. (2014). análisis y determinación de criterios de vulnerabilidad, en la ciudad de valdivia, de proyectosde viviendas sociales ante eventos sísmicos, para generar un modelo de identificación del riesgo. (*optar título de ingeniero constructor*. universidad austral de chile, valdivia, chile.
- Bernal, Y., & Tavera, H. (12 de 2002). *IGP*. Obtenido de Instituto Geofisico del Peru: <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/481>
- Chilet, S. (17 de abril de 2017). *Sociedad Peruana de Bienes Raíces*. Obtenido de <https://bienesraicess.com/blogs/las-viviendas-autoconstruidas-riesgo-habitantes/>
- DARINKA, R. (21 de septiembre de 2017). *Por qué el terremoto de magnitud 7,1 fue más devastador que el de 8,2*. Obtenido de el pais.
- DARINKA, R. (21 de SEPTIEMBRE de 2017). *Por qué el terremoto de magnitud 7,1 fue más devastador que el de 8,2*. Obtenido de EL PAIS:

[https://verne.elpais.com/verne/2017/09/20/mexico/1505926048\\_434918.html](https://verne.elpais.com/verne/2017/09/20/mexico/1505926048_434918.html)

- E.030, N. (29 de 07 de 2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Gomez Prado, W. (2014). "evaluación de la vulnerabilidad sísmica de centros de salud del distrito de ayacucho. (*para optar título profesional de ingeniero civil*). universidad de huancavelica, huancavelica.
- Hernandez Macias, C., & Pérez Oñate, A. R. (2018). estimación de la resistencia a la compresión del concreto por medio de análisis de. (*título de pregrado ingeniería civil*). universidad eia, antioquia, colombia.
- Manrique Tejada, I. M., & Manrique Tejada, R. (2020). *Tendencias de la educación y la formación en la sociedad del conocimiento*. Santa Marta: Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo CIMTED 2020.
- Manrique Tejada, R. (2018). *Propuesta de una plataforma de tecnologías de información y comunicaciones como metodología para estandarizar los esquemas de planes de tesis y tesis de pregrado y posgrado en las Universidades del Perú - 2018*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Manrique Tejada, R., & Revollar Choque Gonzales, C. (2012). *Economía Familiar*. Arequipa: Ocean SRL.
- Mattos Castro, F. (2014). Evaluación de vulnerabilidad sísmica del edificiomunicipal del distrito de Río Negro a través del método de Hirosawa. (*tesis de licenciatura*). universidad nacional de ingeniería, junin.
- Mosquera Moreno, M. A. (2012). Riesgo Sísmico en las edificaciones de la facultad de. (*tesis doctoral*). universidad nacional de cajamarca, cajamarca.
- ORDERIQUE, C. (2019). Evaluación estructural aplicando el método de índices de vulnerabilidad en Ial.E. Santa Lucía, Provincia Ferreñafe. (*PARA OPTAR título de ingeniero civil*). universidad cesar vallejo, chiclayo.
- QUISPE, D. (2018). evaluación de la resistencia a compresión delconcreto en edificaciones comunes de la ciudad de puno. (*para optar título profesional de ingeniero civil*). universidad nacional del altiplano, puno.

- RODRÍGUEZ, D. (21 de septiembre de 2017). *El sismo de magnitud 7,1 reportó daños mayores que el de 8,2 registrado el 7 de septiembre*. Obtenido de el pais: [https://verne.elpais.com/verne/2017/09/20/mexico/1505926048\\_434918.html](https://verne.elpais.com/verne/2017/09/20/mexico/1505926048_434918.html)
- Vallejo García, T. (2017). *Análisis Comparativo de Ensayos Destructivos y no Destructivos de Hormigones de Alta Resistencia*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28535>
- Visconde Campos, A. (2004). Evaluación de la vulnerabilidad sísmica de un edificio. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil*). UNIVERSIDAD DE PIURA, PIURA.
- zambrano, k. (2017). comparación de los ensayos de diamantina y esclerometria de la pavimentación. (*para optar titulo profesional de ingeniero civil*). universidad nacional de cajamarca, camajarca.
- Zeyala, V. (2007). Estudio sobre Diseño Sísmico en Construcciones de Adobe y su incidencia en la Reducción de Desastres. (*para optar grado de maestro*). universidad nacional federico villarreal, lima.

## IX. ANEXOS

### ANEXOS

#### ANEXO 01. Matriz de Consistencia

| “Evaluación Estructural mediante Esclerometría para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna, 2021                      |   |  |   |  |
|--|---|--|---|--|
| PROBLEMA GENERAL   | OBJETIVO GENERAL  | HIPOTESIS  | VARIABLE INDEPENDIENTE  | METODOLOGÍA  |
| ¿De qué manera la evaluación estructural mediante esclerometría permite determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021? | Realizar la evaluación estructural mediante esclerometría para determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021.                                   | La evaluación estructural mediante esclerometría favorece determinar la vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021.   | Evaluación estructural por esclerometría a las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Enfoque:</b><br/>Cuantitativo</li> <li>• <b>Tipo:</b><br/>Aplicada</li> <li>• <b>Nivel:</b><br/>Descriptivo</li> <li>• <b>Diseño de investigación:</b><br/>No experimental</li> <li>• <b>Población:</b><br/>Viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna – 2021.</li> <li>• <b>Muestra:</b><br/>Viviendas autoconstruidas ubicadas en la ciudad de Tacna.</li> <li>• <b>Muestreo:</b><br/>Muestra de tipo censal, no probabilístico.</li> </ul> |
| PROBLEMA ESPECÍFICO  | OBJETIVOS ESPECIFICOS   | HIPOTESIS  | VARIABLE DEPENDIENTE  |  |
| ¿Cuál es el estado situacional estructural de las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021?   | Determinar el estado situacional estructural mediante el desarrollo de los ensayos de esclerometría en viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021.                                       | El diagnóstico situacional mediante el ensayo de esclerometría estructuralmente en las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna es deficiente.  | Vulnerabilidad sísmica en las viviendas autoconstruidas de la ciudad de Tacna, 2021.                  |  |
| ¿De qué manera las columnas de confinamiento de las viviendas autoconstruidas cumplen con las normas aplicables del reglamento nacional de edificaciones?                  | Analizar del resultado de esclerometría en las columnas de confinamiento de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna con las normas aplicables del reglamento nacional de edificaciones. | El resultado de la evaluación estructural por esclerometría en las columnas de confinamiento de viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna, no cumplen con los requisitos establecidos en las normas E.020, E030, E060 y E070 del reglamento nacional de edificaciones. |   |  |
| ¿Cuál es la relación que existe entre los resultados de esclerometría con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna, 2021? | Analizar del resultado de esclerometría con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna, 2021.  | Existe una relación directa y significativa entre los resultados de esclerometría con el nivel de vulnerabilidad sísmica de las viviendas autoconstruidas en la ciudad de Tacna, 2021.   |   |  |

## ANEXO 02. Operación de variables

| VARIABLE                                 | DEFINICIÓN  | DIMENSIONES    | INDICADORES  |
|--|---|----------------|--|
| Evaluación estructural por esclerometría | Ejecutar un análisis de la estructura del concreto por medio del esclerómetro, con el cual se logra medir la resistencia a partir del número de rebotes del esclerómetro en el concreto endurecido (Vallejo, 2017). | Columnas       | Cumple con la normativa E030, E060 y E070  |
| Vulnerabilidad                           | Conjunto de condiciones estructurales que acarrear un riesgo en la resistencia de una edificación y que son eventualmente vulnerables ante eventos sísmicos. (Orderique, 2018)                                      |                | Probabilidades que ocurra un incidente como daños a la estructura ó colapso, si no cumple con los estándares indicados en la Cumple con la normativa E030, E060 y E070 |
|  |   | Riesgo sísmico |  |

## ANEXO 03. Certificado de Calibración



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LD - 027 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

| Número de Mediciones  | Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar |
|-----------------------|---|
| 1                     | 79,0  |
| 2                     | 79,0  |
| 3                     | 79,0  |
| 4                     | 80,0  |
| 5                     | 79,0  |
| 6                     | 79,0  |
| 7                     | 79,0  |
| 8                     | 79,0  |
| 9                     | 80,0  |
| 10                    | 79,0  |
| <b>PROMEDIO</b>       | <b>79,2</b>                                 |
| <b>Desv. Estándar</b> | <b>0,42</b>                                 |

**Nota 1.-** Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 4 partes.

**Nota 2.-** El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

*Fin del documento*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 027 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Dureza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

**7. Lugar de calibración****Laboratorio de Dureza de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

**8. Condiciones ambientales**

|                  | Inicial | Final   |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura      | 20,2 °C | 20,3 °C |
| Humedad Relativa | 71,5 %  | 71,5 %  |

**9. Patrones de referencia**

| Patrón utilizado                      | Certificado de calibración                       |
|---------------------------------------|--|
| Yunque de Calibración de marca FORNEY | LABORATORIO DE MATERIALES PUCP MAT-NOV-0857-2020 |

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LD - 027 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza*

Página 1 de 3

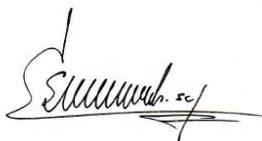
|                                   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|
| <b>1. Expediente</b>              | <b>210422</b>   | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).   |
| <b>2. Solicitante</b>             | <b>TÉCNICOS CONSULTORES DEL SUR S.R.L.</b>            |   |
| <b>3. Dirección</b>               | Av. Luis Basadre Flores N° 1-A, Tacna - Tacna - TACNA | Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| <b>4. Instrumento de medición</b> | <b>MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO</b>  |   |
| <b>Marca</b>                      | <b>A&amp;A INSTRUMENTS</b>                            |   |
| <b>Modelo</b>                     | <b>ZC3-A</b>  |   |
| <b>Número de Serie</b>            | <b>529</b>  | METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.   |
| <b>Alcance de Indicación</b>      | <b>100 Número de Rebote</b>                           |   |
| <b>Div. Escala / Resolución</b>   | <b>1 Número de Rebote</b>                             |   |
| <b>Identificación</b>             | <b>NO INDICA</b>                                      |   |
| <b>Procedencia</b>                | <b>CHINA</b>  | Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.   |
| <b>Tipo</b>                       | <b>ANALOGICO</b>                                      |   |
| <b>5. Fecha de Calibración</b>    | <b>2021-07-12</b>                                     | El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.  |

Fecha de Emisión

Jefe de Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-13

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.13 13:37:53  
-05'00'

**ANEXO 04.**  
**ANEXO 05. Resultados de laboratorio de los ensayos**



**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO**  
**NORMA ASTM-C805**

**PROYECTO** : EVALUACION ESTRUCTURAL MEDIANTE ESCLEROMETRIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISIMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE TACNA, 2021.

**BACHILLER** : CHINO RIVERA RUBEN DAVID .

**ASESOR** : MSTR. ING. SINCHE ROSILLO FREDY MARCO .

**LINEA DE INVESTIGACION** : DISEÑO SISIMICO ESTRUCTURAL.

**UBICACIÓN** : ASOC.VILLA EL TABLON - AUGUSTO B. LEGUIA , DISTRITO DE TACNA, PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

**ENSAYO** : ESCLEROMETRO EN LAS COLUMNAS DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

**FECHA** : TACNA , SEPTIEMBRE DEL 2021.

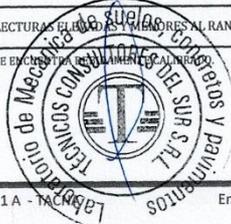
| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      |       | Resist.<br>kg./cm <sup>2</sup> |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------------------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM. |                                |
| 1  | MZ.F1 LTE 08                 | 28               | 28  | 26  | 27  | 29  | 26  | 28  | 28  | 28  | 27   | 27.5  | 173.00                         |
| 2  | MZ.F1 LTE 09                 | 30               | 26  | 26  | 28  | 28  | 27  | 26  | 27  | 26  | 26   | 27.0  | 165.00                         |
| 3  | MZ.H1 LTE 1                  | 27               | 27  | 26  | 25  | 30  | 30  | 27  | 30  | 31  | 30   | 28.3  | 183.00                         |
| 4  | MZ.J LTE 08                  | 28               | 29  | 26  | 27  | 29  | 29  | 28  | 28  | 29  | 27   | 28.0  | 180.00                         |
| 5  | MZ.J LTE 12                  | 29               | 29  | 25  | 27  | 26  | 32  | 29  | 27  | 30  | 27   | 28.1  | 181.00                         |
| 6  | MZ.H1 LTE 14                 | 30               | 30  | 32  | 27  | 27  | 26  | 30  | 30  | 26  | 27   | 28.5  | 185.00                         |
| 7  | CALLE TABLON # 92            | 30               | 28  | 29  | 27  | 26  | 27  | 28  | 26  | 26  | 32   | 27.9  | 179.00                         |
| 8  | CALLE TABLON # 80            | 29               | 28  | 28  | 20  | 29  | 26  | 31  | 30  | 26  | 28   | 27.5  | 173.00                         |

| EQUIPO                              | DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA A & A - SERIE 529   |
|-------------------------------------|---|
| PROTOKOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL | SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SEA EL CASO.   |
|                                     | SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE IMPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO |
|                                     | SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI  |
| OJO                                 | SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.  |
| OJO                                 | SE DESCARTAN LAS LECTURAS QUE SON MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO DESV.ESTAND > 3   |

NOTA

EL EQUIPO UTILIZADO SE ENCUENTRA RECALIBRADO AL NIVEL

Oswaldo Matos Aguilar Paez  
TEC. LABORATORISTA  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y FRAGMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP 106241

PROLONGACION 2 DE MAYO – PAGO AYMARA 1 A - TACNA  
052 283174 celular 984238003 - 952887017

Email [tecosur.tacna@gmail.com](mailto:tecosur.tacna@gmail.com)

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO  
NORMA ASTM-C805**

**PROYECTO** : EVALUACION ESTRUCTURAL MEDIANTE ESCLEROMETRIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISIMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE TACNA, 2021.

**BACHILLER** : CHINO RIVERA RUBEN DAVID .

**ASESOR** : MSTR. ING. SINCHE ROSILLO FREDY MARCO .

**LINEA DE INVESTIGACION** : DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL.

**UBICACIÓN** : ASOC.VILLA LOS GRANADOS - AUGUSTO B. LEGUIA. , DISTRITO DE TACNA, PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

**ENSAYO** : ESCLEROMETRO EN LAS COLUMNAS DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

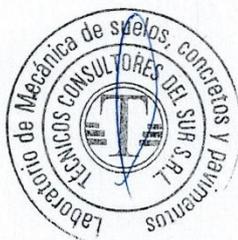
**FECHA** : TACNA , SEPTIEMBRE DEL 2021.

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      |       | Resist.             |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|---------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM. | kg./cm <sup>2</sup> |
| 1  | MZ: X LT:11                  | 28               | 26  | 26  | 29  | 28  | 26  | 35  | 28  | 28  | 28   | 28.2  | 182.00              |
| 2  | MZ: X LT:12                  | 30               | 31  | 26  | 26  | 23  | 25  | 28  | 26  | 30  | 32   | 27.7  | 175.00              |
| 3  | MZ.Y LTE: 09                 | 26               | 26  | 28  | 28  | 30  | 26  | 24  | 26  | 26  | 30   | 27.0  | 165.00              |

| EQUIPO                              | DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA A & A - SERIE 529   |
|-------------------------------------|---|
| PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL | SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SEA EL CASO.   |
|                                     | SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE IMPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO |
|                                     | SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI  |
| OJO →                               | SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.  |
| OJO →                               | SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADAS Y MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO DESV.ESTAND > 3  |

NOTA EL EQUIPO UTILIZADO SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE CALIBRADO.

  
Oswaldo Martín Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



  
JOSE VARGAS CATACORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP-106241

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO  
NORMA ASTM-C805**

**PROYECTO** : EVALUACION ESTRUCTURAL MEDIANTE ESCLEROMETRIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISIMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE TACNA, 2021.

**BACHILLER** : CHINO RIVERA RUBEN DAVID .

**ASESOR** : MSTR. ING. SINCHE ROSILLO FREDY MARCO .

**LINEA DE INVESTIGACION** : DISEÑO SISIMICO ESTRUCTURAL.

**UBICACIÓN** : AV. LITORAL - AGUSTO B. LEGUIA., DISTRITO DE TACNA, PROVINCIA DE TACNA, DEPARTAMENTO DE TACNA.

**ENSAYO** : ESCLEROMETRO EN LAS COLUMNAS DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

**FECHA** : TACNA, SEPTIEMBRE DEL 2021.

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      |       | Resist.<br>kg./cm <sup>2</sup> |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------------------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM. |                                |
| 1  | Nº 350                       | 30               | 28  | 25  | 28  | 27  | 26  | 25  | 26  | 28  | 28   | 27.1  | 167.00                         |
| 2  | Nº 352                       | 30               | 28  | 26  | 26  | 28  | 29  | 28  | 26  | 29  | 32   | 28.2  | 182.00                         |

| EQUIPO                                     | DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA A & A - SERIE 529   |
|--|---|
| <b>PROTOKOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL</b> | SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SEA EL CASO.   |
|  | SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE INPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO |
|  | SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI  |
| <b>OJO</b> →                               | SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.  |
| <b>OJO</b> →                               | SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADAS Y MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO DESV.ESTAND > 3  |

NOTA EL EQUIPO UTILIZADO SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE CALIBRADO.

  
Oswaldo Macín Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MÉCANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



  
JOSE VARGAS CATACORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP-106241

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO**  
**NORMA ASTM-C805**

**PROYECTO** : EVALUACION ESTRUCTURAL MEDIANTE ESCLEROMETRIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISIMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE TACNA, 2021.

**BACHILLER** : CHINO RIVERA RUBEN DAVID .

**ASESOR** : MSTR. ING. SINCHE ROSILLO FREDY MARCO .

**LINEA DE INVESTIGACION** : DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CIUDAD NUEVA , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

**ENSAYO** : ESCLEROMETRO EN LAS COLUMNAS DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

**FECHA** : TACNA , SEPTIEMBRE DEL 2021.

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Resist. |                     |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------|---------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM.   | kg./cm <sup>2</sup> |
| 1  | MZ. 70 LTE. 10               | 24               | 26  | 23  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25  | 26  | 26   | 25.0    | 140.00              |
| 2  | MZ. 76 LTE. 29               | 26               | 27  | 26  | 26  | 24  | 28  | 30  | 22  | 26  | 25   | 26.0    | 158.00              |
| 3  | MZ. 132 LTE. 13              | 30               | 30  | 25  | 26  | 26  | 28  | 26  | 29  | 30  | 30   | 28.0    | 180.00              |
| 4  | MZ. 136 LTE. 20              | 30               | 31  | 28  | 26  | 26  | 26  | 29  | 24  | 24  | 26   | 27.0    | 165.00              |
| 5  | MZ. 166 LTE. 13              | 28               | 26  | 25  | 28  | 30  | 32  | 30  | 30  | 30  | 30   | 28.9    | 189.00              |
| 6  | MZ. 130 LTE. 02              | 30               | 32  | 25  | 30  | 24  | 30  | 31  | 28  | 28  | 27   | 28.5    | 185.00              |

| EQUIPO                                     | DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA A & A - SERIE 529   |
|--|---|
| <b>PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL</b> | SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SEA EL CASO.   |
|  | SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE INPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO |
|  | SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI  |
| <b>OJO</b> →                               | SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.  |
| <b>OJO</b> →                               | SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADAS Y MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO DESV.ESTAND > 3  |

NOTA

EL EQUIPO UTILIZADO SE ENCUENTRA DEBIDAMENTE CALIBRADO.

Oswaldo Marti Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATACORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP-166241

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO  
NORMA ASTM-C805**

**PROYECTO** : EVALUACION ESTRUCTURAL MEDIANTE ESCLEROMETRIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISIMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE TACNA, 2021.

**BACHILLER** : CHINO RIVERA RUBEN DAVID .

**ASESOR** : MSTR. ING. SINCHE ROSILLO FREDY MARCO .

**LINEA DE INVESTIGACION** : DISEÑO SISIMICO ESTRUCTURAL.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

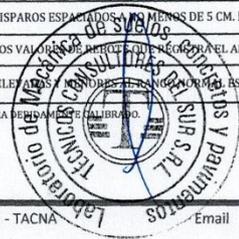
**ENSAYO** : ESCLEROMETRO EN LAS COLUMNAS DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

**FECHA** : TACNA , SEPTIEMBRE DEL 2021.

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Resist.<br>kg./cm <sup>2</sup> |        |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|--------------------------------|--------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 |                                | PROM.  |
| 1  | Mz. A Lte.23                 | 24               | 26  | 23  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25  | 26  | 26   | 25.0                           | 140.00 |
| 2  | Mz. 457 Lte. 10              | 26               | 27  | 26  | 26  | 24  | 28  | 30  | 22  | 26  | 25   | 26.0                           | 158.00 |
| 3  | Mz. 458 Lte. 18              | 30               | 30  | 25  | 26  | 26  | 28  | 26  | 29  | 30  | 30   | 28.0                           | 180.00 |
| 4  | Mz. 459 Lte. 18              | 30               | 31  | 28  | 26  | 26  | 26  | 29  | 24  | 24  | 26   | 27.0                           | 165.00 |
| 5  | Mz. 457 Lte. 14              | 28               | 26  | 25  | 28  | 30  | 32  | 30  | 30  | 30  | 30   | 28.9                           | 189.00 |
| 6  | Mz. 457 Lte. 18              | 30               | 32  | 25  | 30  | 24  | 30  | 31  | 28  | 28  | 27   | 28.5                           | 185.00 |
| 7  | Mz. 442 Lte. 14              | 24               | 26  | 23  | 25  | 23  | 26  | 26  | 25  | 26  | 26   | 25.0                           | 140.00 |
| 8  | Mz. 438 Lte. 27              | 26               | 27  | 26  | 26  | 24  | 28  | 30  | 22  | 26  | 25   | 26.0                           | 158.00 |
| 9  | Mz. 429 Lte. 27              | 30               | 30  | 25  | 26  | 26  | 28  | 26  | 29  | 30  | 30   | 28.0                           | 180.00 |
| 10 | Mz. 431 Lte. 35              | 30               | 31  | 28  | 26  | 26  | 26  | 29  | 24  | 24  | 26   | 27.0                           | 165.00 |
| 11 | Mz. 431 Lte. 27              | 28               | 26  | 25  | 28  | 30  | 32  | 30  | 30  | 30  | 30   | 28.9                           | 189.00 |
| 12 | Mz. 435 Lte. 23              | 30               | 32  | 25  | 30  | 24  | 30  | 31  | 28  | 28  | 27   | 28.5                           | 185.00 |

| EQUIPO                              | DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA A & A - SERIE 529   |
|-------------------------------------|---|
| PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL | SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SEA EL CASO.   |
|                                     | SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE INPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO |
| OJO                                 | SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS Y MENOS DE 5 CM. ENTRE SI   |
| OJO                                 | SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE RESISTENCIA QUE REGISTRA EL APARATO.   |
|                                     | SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADES Y BAJOS EN UN PORCENTAJE ESTADISTICO DESV.ESTAND > 3   |

Oswaldo Marti Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP:106241

**ENSAYO DE RESISTENCIA DEL CONCRETO UTILIZANDO EL ESCLEROMETRO  
NORMA ASTM-C805**

**PROYECTO** : EVALUACION ESTRUCTURAL MEDIANTE ESCLEROMETRIA PARA DETERMINAR LA VULNERABILIDAD SISIMICA DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS EN LA CIUDAD DE TACNA, 2021.

**BACHILLER** : CHINO RIVERA RUBEN DAVID .

**ASESOR** : MSTR. ING. SINCHE ROSILLO FREDY MARCO .

**LINEA DE INVESTIGACION** : DISEÑO SISIMICO ESTRUCTURAL.

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CORONEL GREGORIO ALBARRACIN LANCHIPA , PROVINCIA DE TACNA , DEPARTAMENTO DE TACNA.

**ENSAYO** : ESCLEROMETRO EN LAS COLUMNAS DE LAS VIVIENDAS AUTOCONSTRUIDAS.

**FECHA** : TACNA , SEPTIEMBRE DEL 2021.

| Nº | DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA | LECTURAS TOMADAS |     |     |     |     |     |     |     |     |      |       | Resist.<br>kg./cm² |
|----|------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|--------------------|
|    |                              | P-1              | P-2 | P-3 | P-4 | P-5 | P-6 | P-7 | P-8 | P-9 | P-10 | PROM. |                    |
| 13 | Mz. 433 Lte. 22              | 36               | 38  | 40  | 37  | 37  | 32  | 38  | 40  | 41  | 39   | 37.8  | 318.00             |
| 14 | Mz. 231 Lte. 05              | 30               | 28  | 31  | 32  | 27  | 30  | 31  | 28  | 32  | 29   | 29.8  | 206.00             |
| 15 | Mz. 230 Lte. 03              | 32               | 34  | 34  | 32  | 33  | 31  | 33  | 30  | 32  | 29   | 32.0  | 238.00             |
| 16 | Mz. 229 Lte. 18              | 31               | 34  | 33  | 35  | 35  | 34  | 30  | 36  | 31  | 37   | 33.6  | 256.00             |
| 17 | Mz. 235 Lte. 20              | 28               | 26  | 30  | 29  | 25  | 28  | 30  | 27  | 28  | 31   | 28.2  | 182.00             |
| 18 | Mz. 236 Lte. 20              | 28               | 30  | 26  | 29  | 27  | 29  | 30  | 30  | 28  | 27   | 28.4  | 184.00             |
| 19 | Mz. 237 Lte. 08              | 29               | 32  | 30  | 31  | 34  | 33  | 28  | 33  | 30  | 30   | 31.0  | 210.00             |
| 20 | Mz. 237 Lte. 09              | 30               | 28  | 31  | 30  | 26  | 28  | 32  | 30  | 31  | 29   | 29.5  | 200.00             |
| 21 | Mz. 220 Lte. 27              | 32               | 30  | 33  | 28  | 30  | 31  | 30  | 33  | 33  | 30   | 31.0  | 220.00             |
| 22 | Mz. 426 Lte. 34              | 34               | 30  | 30  | 35  | 33  | 32  | 31  | 30  | 32  | 33   | 32.0  | 238.00             |
| 23 | Mz. 426 Lte. 09              | 29               | 28  | 30  | 32  | 30  | 28  | 29  | 31  | 32  | 32   | 30.1  | 211.00             |

| EQUIPO                              | DENOMINADO ESCLEROMETRO MARCA A & A - SERIE 529   |
|-------------------------------------|---|
| PROTOCOLO DE LOS ENSAYOS DE CONTROL | SE UBICAN LOS PUNTOS QUE CORRESPONDEN A LO LARGO O ALTO DE LA ESTRUCTURA SEGÚN SEA EL CASO.   |
|                                     | SE LIMPIAN LOS RESTOS DE CONCRETO SUELTO, TARRAJEO, O CUAQUIER ORTO MATERIAL QUE IMPIDA EL CONTACTO DIRECTO DEL APARATO CON EL CONCRETO |
|                                     | SE PROCEDE A EFECTUAR LOS DISPAROS ESPACIADOS A NO MENOS DE 5 CM. ENTRE SI  |
| OJO →                               | SE CALCULA EL PROMEDIO DE LOS VALORES DE REBOTE QUE REGISTRA EL APARATO.  |
| OJO →                               | SE DESCARTAN LAS LECTURAS ELEVADAS Y MENORES AL RANGO NORMAL ESTADISTICO DESV.ESTAND > 3  |

NOTA

EL EQUIPO UTILIZADO SE ENCUENTRA REGISTRADO EN EL REGISTRO NACIONAL DE EQUIPOS DE MEDICION Y CALIBRACION

Oswaldo Mantilla Aguilar Pacci  
TEC. LABORATORISTA  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS



JOSE VARGAS CATAORA  
INGENIERO CIVIL  
CIP-106241

## ANEXO 06. Panel Fotográfico



**Fotografía N°01:** Equipo utilizado en recolección de datos: Esclerómetro.



**Fotografía N°02:** Procedimientos previos al ensayo de Esclerometría.



**Fotografía N°03:** Aplicación de ensayo no destructivo mediante el uso del Esclerómetro, en el distrito Ciudad Nueva, ciudad de



**Fotografía N°04:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro. Lugar: Comité 18, distrito Ciudad Nueva – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°05:** Ensayo no destructivo de Esclerometría.  
Lugar: Comité 26, distrito Ciudad Nueva – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°06:** Aplicación de ensayo no destructivo mediante el uso del Esclerómetro, en la ciudad de Tacna.



**Fotografía N°07:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Villa el Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de



**Fotografía N°08:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Granados, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de



**Fotografía N°09:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Granados, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de



**Fotografía N°10:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Granados, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de



**Fotografía N°11:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°12:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°13:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°14:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°15:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°16:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°17:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Asoc. Tablón, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°18:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Av. Litoral, CPM. Augusto B. Leguía – ciudad de Tacna.



**Fotografía N°19:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°20:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°21:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
 Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°22:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
 Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°23:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°24:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°25:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°26:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°27:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
 Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°28:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
 Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°29:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°30:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°31:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°32:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°33:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
 Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°34:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
 Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°35:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°36:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°37:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°38:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°39:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°40:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°41:** Registro de valores emitido por el Esclerómetro.  
Lugar: Viñani, distrito Crnl. Gregorio A. Lanchipa – ciudad de



**Fotografía N°42:** Termino de trabajo en campo en toma de muestras de Esclerometría en la de Tacna.



**Fotografía N°43:** Finalizando trabajos de Esclerometría estructural en viviendas por autoconstrucción en la ciudad de Tacna.