

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL  
CONCRETO EN EDIFICACIONES COMUNES DE LA CIUDAD DE  
PUNO 2018”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**DANIEL CHRISTIAN QUISPE FUENTES**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN**  
**EDIFICACIONES COMUNES DE LA CIUDAD DE PUNO 2018**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**DANIEL CHRISTIAN QUISPE FUENTES**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**



**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

M. Sc. MARIANO ROBERTO GARCIA LOAYZA

**PRIMER MIEMBRO:**

Ing. ZENON MELLADO VARGAS

**SEGUNDO MIEMBRO:**

M. C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

**DIRECTOR / ASESOR:**

Ing. RAUL FERNANDO ECHEGARAY CHAMBI

**Tema : Resistencia del concreto**

**Área : Construcciones**

**Línea de Investigación: Construcciones y Gerencia**

**FECHA DE SUSTENTACIÓN: 24 DE ABRIL DEL 2019**

## DEDICATORIA

*Dedico el presente trabajo de grado a:*

*A mi padre **GERMAN** y mi madre **JULIA ROSA**, por cuales siento un cariño y amor infinitos, gracias por darme la vida y darme todo lo necesario para poder seguir el camino que ustedes mismos me ensaaron, por tantos años de paciencia, apoyo y amor que nunca me faltó, a ustedes mi más absoluta devoción y amor eterno.*

*A mis **hermanos, JONATHAN, ROSALIA Y MAECOL**, por ser mis grandes compañeros en esta aventura que se llama vida, por acompañarme durante tantos años de estudio, por ayudarme en los mismos y enseñarme el camino a seguir en la vida.*

## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional del Altiplano, y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, quien me abrió sus puertas y contribuyo de forma inconmensurable en mi formación profesional marcando mi futuro y destino.*

*A mis docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería civil, por tanta paciencia durante tantas horas de estudio, por enseñar lo que un Ingeniero Civil debe de conocer y ser, Agradezco especialmente al mi director de tesis Ing. Raúl Echegaray Chambi y a los Ingeniero del jurado (dictaminador), por su apoyo y recomendaciones que contribuyeron al presente trabajo de investigación.*

*Al Ing. Darwin Deza Ramos por abrirme las puertas de su obra, por su confianza, enseñanzas e indirecto apoyo en la realización de la presente investigación.*

*A mis compañeros de la Obra de Geología y Metalúrgica encabezados por el Arq. Dennys Bolaños Málaga por la comprensión y apoyo en la realización de la presente investigación.*

*A mis Amigos y compañeros agradecer por tantos momentos compartidos, por el apoyo y motivación directa e indirecta.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	10
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	12
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	14
RESUMEN .....	15
ABSTRACT .....	16
CAPITULO I .....	17
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.2.1 PROBLEMA GENERAL .....	19
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	19
1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.3.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	19
1.3.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL. ....	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.5 ANTECEDENTES.....	20
1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.6.2 OBJETIVO GENERAL.....	23
1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.7 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
1.7.2 HIPÓTESIS GENERAL .....	23
1.7.3 HIPÓTESIS ESPECIFICAS .....	24
1.8 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN .....	24
1.8.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN .....	24
1.8.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	24

1.8.3	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	24
1.8.4	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	24
1.8.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	24
CAPITULO II .....		26
2.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	26
2.1	MARCO TEÓRICO.....	26
2.1.1	TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y ESTADO DE LAS VIVIENDAS EN EL PERÚ .....	26
2.1.1.1	CEMENTO .....	26
2.1.1.2	AGREGADOS .....	27
2.1.1.4	PROPIEDADES DEL CONCRETO Y FACTORES DE INFLUENCIA .....	28
2.1.1.4.1.	DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO .....	28
2.1.1.4.2.	ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO .....	29
2.2.1.4.2	ELECCIÓN DE TMN.....	30
2.2.1.4.3	RELACIÓN AGUA-CEMENTO .....	31
2.2.1.4.4	GRADACIÓN Y ORIGEN DE LOS AGREGADOS .....	33
2.2.1.4.5	AIRE INCORPORADO.....	34
2.2.1.4.6	TEMPERATURA DEL CURADO.....	34
2.2.1.5	VIVIENDAS DE CONCRETO EN EL PUNO EN EL PERÚ .....	35
2.2.1.5.1	INFORMALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS .....	35
2.2.1.5.2	CANTIDAD DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE PUNO.....	38
2.2.2	PRUEBA DE ÍNDICE DE REBOTE .....	40
2.2.2.1	ESCLERÓMETRO .....	40
2.2.2.2	FACTORES DE INFLUENCIA Y CORRECCIÓN.....	42
2.2.2.2.1	TIPO DE CEMENTO .....	42
2.2.2.2.2	CONTENIDO DE CEMENTO.....	42
2.2.2.2.3	TIPO DE AGREGADO .....	43
2.2.2.2.4	TIPO DE SUPERFICIE .....	43

2.2.2.2.5 EDAD.....	43
2.2.2.2.6 CARBONATACIÓN SUPERFICIAL.....	43
2.2.2.2.7 HUMEDAD .....	50
2.2.2.2.8 TEMPERATURA .....	50
2.2.2.2.9 FACTOR DE REPRESENTATIVIDAD.....	50
2.2.2.2.10 FORMA Y TEXTURA DE LA SUPERFICIE.....	52
2.2.2.2 PRECISIÓN DEL ENSAYO DE ÍNDICE DE REBOTE.....	52
2.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	53
2.2.3.1 FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	53
2.2.3.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS ESTADÍSTICOS .....	54
2.2.3.3 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL.....	55
2.2.3.4 MEDIDAS DE DESVIACIÓN O DISPERSIÓN.....	56
2.2.3.5 MEDIDAS DE FORMA, COEFICIENTE DE ASIMETRÍA .....	57
2.2.3.5 INTERVALOS DE CONFIANZA, ERROR MÁXIMO Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	60
2.2.3.5.1 INTERVALOS DE CONFIANZA .....	60
2.2.3.5.2 ERROR MÁXIMO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	60
CAPITULO III .....	61
MATERIALES Y MÉTODOS .....	61
3.1 GENERALIDADES .....	61
3.2 EQUIPOS A USAR .....	61
3.2.1 ESCLERÓMETRO.....	61
3.2.1.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	62
3.2.1.2 OPERACIÓN DE EQUIPO.....	62
3.2.1.3 RECOMENDACIONES DE USO.....	63
3.2.1.4 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN BASE AL VALOR “R”.....	64
3.2.1.5 CERTIFICADO DE CALIDAD.....	64

3.2.1.6 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	64
3.2.1.7 CONTRASTACIÓN DEL EQUIPO A USAR.....	65
3.2.1.7.1 CONTRASTACIÓN CON TESTIGOS DE CONCRETO.....	65
3.2.1.7.2 CONTRASTACIÓN MEDIANTE EXTRACCIONES DIAMANTINAS..	71
3.2.1.7.3 MUESTRAS DE CONTRASTE EN EL TRASCURSO DE LAS MEDICIONES.....	74
3.4 METODOLOGÍA Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	76
3.4.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO.....	76
3.4.2 MUESTREO.....	76
3.4.3 CANTIDAD DE MUESTRAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	78
3.4.5 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	80
3.4.5.1 DATOS BASE.....	80
3.4.5.2 DATOS MENORES A LOS RECOMENDADOS.....	80
3.4.6 FACTORES DE CORRECCIÓN.....	84
CAPITULO IV.....	91
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	91
4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	91
4.2 SECTORIZACIÓN.....	118
4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	127
4.3.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE TOTAL DE ENSAYOS.....	127
4.3.2 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL POR SECTORES.....	127
4.3.2.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL ENSAYOS EN ZONA CÉNTRICA .....	127
4.3.2.2 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL ENSAYOS EN ZONA PERIFÉRICA .....	128
4.3.3 MEDIDAS DE DESVIACIÓN O DISPERSIÓN.....	128
4.2.4 MEDIDAS DE FORMA Y COEFICIENTE DE ASIMETRÍA.....	129
4.2.5 INTERVALOS DE CONFIANZA, ERROR MÁXIMO Y TAMAÑO DE MUESTRA.....	130





V. CONCLUSIONES.....	132
VI. RECOMENDACIONES.....	134
VII. REFERENCIAS.....	135

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Relación entre TMN, edad y resistencia del concreto .....	31
<b>Figura 2:</b> Efecto de la relación a/c en la resistencia a los 28 días .....	32
<b>Figura 3:</b> Resistencia del hormigón vs tiempo .....	35
<b>Figura 4:</b> Personas que viven en viviendas de mala calidad o no disponen de un techo donde vivir .....	37
<b>Figura 5:</b> Crecimiento de la cantidad de viviendas de muros de ladrillo en la ciudad de Puno .....	39
<b>Figura 6:</b> Partes de un esclerómetro .....	41
<b>Figura 7:</b> Resistencia a la compresión de los concreto estudiados .....	47
<b>Figura 8:</b> Profundidades de carbonatación vs tiempo.....	48
<b>Figura 9:</b> Profundidad de carbonatación.....	48
<b>Figura 10:</b> Resistencia sobre testigo cúbicos .....	51
<b>Figura 11:</b> Resistencia sobre testigos cilíndricos.....	51
<b>Figura 12:</b> Resistencia a compresión e índice de rebote - influencia de los moldes .....	52
<b>Figura 13:</b> Representación gráfica de la regla empírica .....	56
<b>Figura 14:</b> Forma típica de distribución - simetría .....	58
<b>Figura 15:</b> Forma de distribución de datos - Asimetría a la izquierda .....	59
<b>Figura 16:</b> Forma de distribución de datos - Asimetría a la derecha.....	59
<b>Figura 17:</b> Esclerómetro (HT225) a usar .....	62
<b>Figura 18:</b> Abaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro (HT225).....	64
<b>Figura 19:</b> Elaboración de testigos de concreto.....	67
<b>Figura 20:</b> Testigos de concreto .....	67
<b>Figura 21:</b> Testigos de concreto a ser rotos .....	68
<b>Figura 22:</b> Rotura de testigos de concreto con fines de contrastación .....	68
<b>Figura 23:</b> Extracción de muestras con perforadora diamantina .....	71
<b>Figura 24:</b> Rotura de muestras .....	72
<b>Figura 25:</b> Recolección de datos.....	78
<b>Figura 26:</b> Datos recolectados .....	79
<b>Figura 27:</b> Valores "R" vs Resistencia para valores menores .....	82
<b>Figura 28:</b> Curva completa valor R vs Resistencia .....	83
<b>Figura 29:</b> Sectorización - Área periférica .....	118

<b>Figura 30:</b> Sectorización - Área céntrica .....	119
<b>Figura 31:</b> Dispersión de datos .....	129
<b>Figura 32:</b> Curva normal .....	130

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Valores de asentamiento recomendados para diversas clases de construcción	29
<b>Tabla 2:</b> Valores recomendados de TMN según el tipo de construcción .....	31
<b>Tabla 3:</b> Influencia de la relación a/c en la resistencia del concreto .....	32
<b>Tabla 4:</b> Recomendaciones de granulometrías para agregado grueso, según norma ASTM C33.....	33
<b>Tabla 5:</b> Recomendaciones de granulometrías para agregados finos, según norma ASTM C33.....	33
<b>Tabla 6:</b> Valores recomendados para contenido de aire en el concreto para varios grados de exposición.....	34
<b>Tabla 7:</b> Dosificación del concreto en viviendas de la ciudad de Puno.....	38
<b>Tabla 8:</b> Viviendas de muros de ladrillo en Puno.....	39
<b>Tabla 9:</b> Cementos usados para el estudio de carbonatación.....	45
<b>Tabla 10:</b> Composición de los cementos usados para el estudio de carbonatación.....	46
<b>Tabla 11:</b> Dosificaciones consideradas.....	46
<b>Tabla 12:</b> HR y temperatura par los casos ensayados.....	47
<b>Tabla 13:</b> Coeficiente $r_c$ .....	49
<b>Tabla 14:</b> Coeficiente $r_a$ .....	49
<b>Tabla 15:</b> Coeficiente $r_s$ .....	50
<b>Tabla 16:</b> Factores de corrección por carbonatación .....	50
<b>Tabla 17:</b> Características de los agregados .....	66
<b>Tabla 18:</b> Dosificación $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	66
<b>Tabla 19:</b> Resultados del EIR .....	69
<b>Tabla 20:</b> Correcciones del EIR.....	69
<b>Tabla 21:</b> Resultados del ECA .....	70
<b>Tabla 22:</b> Comparación del EIR y el ECA .....	70
<b>Tabla 23:</b> Resultados del EIR .....	72
<b>Tabla 24:</b> Correcciones del EIR.....	73
<b>Tabla 25:</b> Resultados del ECA.....	73
<b>Tabla 26:</b> Comparación del EIR y el ECA.....	74
<b>Tabla 27:</b> Contraste a lo largo de las mediciones .....	75
<b>Tabla 28:</b> Resistencia para valores de R .....	83

<b>Tabla 29:</b> Factor de corrección por carbonatación .....	86
<b>Tabla 30:</b> Factores de corrección por textura de la superficie .....	88
<b>Tabla 31:</b> Procesamiento de datos.....	92
<b>Tabla 32:</b> Datos área céntrica.....	120
<b>Tabla 33:</b> Datos área periférica.....	123

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

RNE:	Reglamento Nacional de Edificaciones
NTP:	Norma Técnica Peruana
TMN:	Tamaño máximo nominal
EMDL:	Estructura de muros de ductilidad limitada
HR:	Humedad relativa
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
CAPECO:	Cámara Peruana de la Construcción
EIR:	Ensayo de índice de rebote
ECA:	Ensayo a compresión axial
FC:	Factor de corrección
ACI:	American Concrete Institute
ASTM	American Society of Testing Materials
a/c:	Relación agua cemento
f'c:	Resistencia a la compresión del concreto utilizado en el diseño
UNE:	Una Norma Española En Europa

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Evaluación de la resistencia compresión del concreto en edificaciones comunes de la ciudad de Puno 2018” la cual comprende un análisis completo del estado del concreto en cuento a su resistencia a compresión se refiere, este estudio se realizó con el objetivo de conocer el estado actual del concreto en edificaciones comunes de la ciudad de Puno como lo son las viviendas, haciendo uso de una metodología no destructiva como lo es la del índice de rebote, realizado con el denominado esclerómetro o martillo Smith, ensayo de fácil muestreo y precisión considerable aceptable. Para lo cual se recurrió conocimiento previos expresados tanto en normas como las ASTM C805 y UNE-EN-12504-2, las que norman el uso del esclerómetro, como también en investigaciones anteriores, investigaciones enfocadas principalmente en datos estadísticos de la denominada “autoconstrucción” y de aspectos relevantes que afectan los ensayos de índice de rebote, para una posterior recolección de datos que constituyen la espina dorsal de la presente investigación haciendo uso de una metodología de muestreo y análisis de datos, es así que se generan resultados confiables; es en ese esfuerzo que el muestreo se realizó abarcando la totalidad de la ciudad de Puno exceptuando sectores poblados cercanos como son Salcedo, Jayllihuaya, Alto Puno, Collacachi, Ichu y Uros - Chulluni, tomándose una gran cantidad de muestras que garanticen la confiabilidad de los datos y resultado que se muestran, finalmente con estos valores se procedió a su análisis e interpretación a fin de conocer aspectos concernientes a nuestro punto de estudio, datos estadísticos como son la media aritmética, mediana, moda, desviación estándar y otros de relevancia con el fin de dar a conocer el estado actual del concreto en la ciudad Puneña. Los resultados muestran que el concreto presenta dispersión alta desde concreto de resistencia inferior a 28.34 kg/cm<sup>2</sup> hasta concretos de 368.78 kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia promedio de 151.89 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 72.33% de la resistencia esperada para este tipo de elementos estructurales como son las columnas.

**Palabras Clave:** Resistencia a compresión, Concreto, Vivienda, Ensayo no destructivo

## ABSTRACT

The present work of investigation titled "Evaluation of the resistance compression of the concrete in common buildings of the city of Puno 2018" which includes a complete analysis of the state of the concrete in account to its resistance to compression refers, this study was carried out with the objective of knowing the current state of concrete in homes in the city of Puneña, using a non-destructive methodology such as the rebound index, performed with the so-called Smith sledgehammer or hammer, easy sampling test and considerable accuracy acceptable. For which prior knowledge was expressed expressed in standards such as ASTM C805 and UNE-EN-12504-2, which normal use of the sclerometer, as well as in previous research, research focused mainly on statistical data of the so-called "self-construction" and of relevant aspects that affect the rebound index tests, for a later collection of data that constitute the backbone of the present investigation making use of a sampling methodology and data analysis, this is how reliable results are generated, it is in This effort was made by sampling the whole of the city of Puno, except for nearby towns such as Salcedo, Jayllihuaya, Alto Puno, Collacachi, Ichu and Uros - Chulluni, taking a large number of samples that guarantee the reliability of the data and result that are shown, finally with these values we proceeded to its analysis and interpretation in order to know aspects concerning our point of study, statistical data such as the arithmetic mean, median, fashion, standard deviation and other relevant in order to publicize the current state of the concrete in the Puneña care. The results show that the concrete presents high dispersion from concrete of inferior resistance to 28.34 kg / cm<sup>2</sup> to concretes of 368.78 kg / cm<sup>2</sup> and an average resistance of 151.89 kg / cm<sup>2</sup> that represents 72.33% of the resistance expected for this type of structural elements how are the columns.

Key words: Compression resistance, Concrete, Housing, Non-destructive testing



## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

La presente tesis se desarrolla en un contexto en el cual desde el punto de vista constructivo, el cemento monopoliza la industria de la construcción debido a su versatilidad y bajo costo, por lo cual se expande día a día en un esfuerzo de dotar de infraestructura necesaria para el desarrollo de las poblaciones de la región, el país y el mundo entero, en consecuencia es innegable la importancia de este material aglomerante, en ese entender conocer los aspectos, propiedades y resultados de este, influyen en toda la industria y en consecuencia en el desarrollo social y económico de las poblaciones.

En el contexto puneño en el cual las construcciones a base de cemento prevalecen, y en la construcción de viviendas no son la excepción. Similares situaciones se presentan en el país entero situaciones como la denominada “autoconstrucción” que se entiende como la construcción sin asesoría técnica en las etapas de diseño y construcción, función muchas veces delegadas a maestros que ignoran principios básicos de diseño, procedimientos constructivos, diseño de mezclas, procedimientos de fraguado y curado, más aún desconocen de controles de calidad que verifique la resistencias alcanzadas por el concreto, generándose una cuestión importante, ¿El concreto en nuestra Ciudad puneña está alcanzando las resistencias que debieran?.

Dentro de este ambiente de desconocimiento es que el presente trabajo de investigación pretende poner en conocimiento la resistencia a compresión promedio del concreto en elementos tipo columna en las edificaciones comunes de la ciudad como las viviendas, dato que cobra importancia y relevancia si tenemos en cuenta que la gran mayoría de las edificaciones en la ciudad de Puno son viviendas, en las mismas que vivimos la totalidad de la población puneña.

Conocimiento que no solo sirva de referente de la calidad de la construcción en la región y el país, sino también que vaya en la salvaguarda de la integridad física de la ciudadanía, y de su desarrollo, sirviendo además de base para futuras investigaciones que complementen a la presente, sabiéndose que esta investigación es un primer paso en un esfuerzo de conocer el estado de las viviendas de la ciudad ante eventos extraordinarios, como los terremotos cada vez más impredecibles en la actualidad, claro ejemplo de esto es el sismo de Lampa en diciembre del 2016.

La presente investigación está estructurada de la siguiente forma:

- CAPITULO 1, se realiza la introducción, el planteamiento del problema, formulación del problema general y específicos, justificación, objetivos e hipótesis general y específicos
- CAPITULO II, corresponde a una revisión de la literatura, que está conformada por los antecedentes y una revisión de la literatura.
- CAPITULO III, se desarrolla los materiales y métodos de los cuales la presente investigación hace uso, como son la determinación de la población y muestra, así como también las técnicas e instrumento de muestreo además de la metodología y procedimientos para llevarlos a cabo.
- CAPITULO IV. Se dan a conocer los resultados obtenidos de la investigación habiendo un análisis estadístico de los resultados y su posterior discusión.
- CAPITULO V, este capítulo comprende las conclusiones
- CAPITULO VI, está constituido por las recomendaciones
- CAPITULO VII, están las referencias seguidas de los anexos.

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La industria de la construcción en el Perú hoy en día está liderada por el cemento, material aglomerante de gran versatilidad y bajo costo, el cual monopoliza la construcción en tiempos más recientes, todo esto en un esfuerzo por dotar de infraestructura suficiente a sus poblaciones aportando a través de esta al desarrollo económico y social del país, pero este esfuerzo se ve condicionado por el nivel económico en el que vivimos, que ha generado las construcción informales, que se entiende como la construcción sin ningún tipo de supervisión técnica en todas sus etapas. Está a su vez se divide en “autogestión” y la “autoconstrucción” ambas de gran peligro para la calidad del concreto vaciado insitu.

Según CAPECO, en el Perú el 80% de las viviendas son informales, este valor se incrementa a 90% en las periferias y poblaciones pequeñas, además según datos del censo 2017 en el distrito de Puno hay 36,644 viviendas particulares, de los cuales es de interés saber el estado de las mismas.

De aquí surge la principal cuestión y motivación del presente estudio, en un esfuerzo por conocer la calidad del concreto e intrínsecamente dar luces de aspectos muchas veces olvidados y dejados de ver por ser un tema de difícil diagnóstico y solución.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En este contexto se plantea las siguientes interrogantes.

### **1.2.1 PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto en viviendas de la ciudad de Puno?

### **1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto en viviendas céntricas de la ciudad de Puno?
- ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto en viviendas periféricas de la ciudad de Puno?

## **1.3 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1 DELIMITACIÓN ESPACIAL**

El presente trabajo de investigación se desarrolla en el contexto del distrito de Puno, concretamente en la Ciudad de Puno, para lo cual exceptuamos del estudio los centros poblados cercanos, pertenecientes al distrito de Puno, como son Salcedo, Jayllihuaya, Alto Puno, Collacachi, Ichu y Uros - Chulluni.

### **1.3.2 DELIMITACIÓN TEMPORAL.**

El muestreo que sirve de base para la búsqueda de resultado se hizo durante el año 2018 concretamente durante el segundo semestre del mismo.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Las viviendas son la célula básica de cualquier ciudad, por ser estas las que albergan y dan cobijo a sus poblaciones, entendiendo así la importancia de las viviendas no solo por su predominio en cantidad, contando con 36,644 viviendas solo en Puno según Censo del 2017, sino por su importancia socio económica, en demasía estas viviendas se diseñaron y construyeron sin supervisión ni conocimientos técnicos, si bien es cierto el apoyo técnico en las etapas de diseño van creciendo paulatinamente, en las etapas de

construcción no es el caso, es inusual que se contrate a personal técnico calificado para las etapas de construcción, generándose así más incertidumbre en la etapas de construcción que en las de diseño. Teniendo en cuenta que dentro de los principales aspectos que debieran ser verificados en la etapa de construcción resalta la calidad de las mezclas, en las que se puede evidenciar, se presenta la mayor incertidumbre dentro de lo que a viviendas se refiere.

La resistencia a compresión del concreto y el análisis que se lleva en torno a esta, busca dar luces sobre esta, a fin conocer la calidad de la construcción en el contexto puneño además que sirva de base y se complemente con futuros estudios que vayan en la salvaguarda de la integridad física de la población y que se plasmen en reglamentos y normas que mejoren los medios de supervisión y control de las viviendas, muchas veces olvidadas y excluidas no solo por sus autoridades y sus legislaciones sino también por investigadores y por la sociedad en su conjunto.

Hoy en día, el cambio climático va generando un ambiente de incertidumbre, esto se da cuenta con eventos extraordinarios cada vez más impredecibles, como lo es el sismo de Lampa en diciembre del 2016, es por ello que verificar características que influyen en la sismoresistencia cobra importancia.

## 1.5 ANTECEDENTES

[Jesus Hermenio Alcamiz Martinez, 2011]. En su tesis para optar al grado de Doctor, en la Universidad de Alicante (San Vicente del Raspeig - Alicante, España), titulado “CHEQUEO DE ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO: ANÁLISIS DE LA RELACIÓN DE RESULTADOS DE PROBETAS TESTIGOS Y ULTRASONIDOS”, analiza los distintos resultados de ensayos y la relación existente entre las probetas testigos de hormigón curadas en laboratorio y las velocidades de ultrasonidos, en elemento estructurales de hormigón armado, en casos de estructuras reales de edificaciones por ende no se trata de probetas realizadas en laboratorios, sino extraídas de elementos de hormigón armado en estructuras ya ejecutadas, para su posterior ensayo a compresión simple, y así hallar la relación entre ambos ensayos; estos ensayos a veces no presentaron la uniformidad deseada debió a varios factores, como diámetro de la probeta, altura, dirección de la extracción, condiciones de curado del hormigón, entre otros; teniendo como conclusión que las estructuras cercanas a la costa

tenían resistencias menores de 15.98 N/mm<sup>2</sup> comparadas con las que se hallaban lejanas de la misma presentaban 20.10 N/mm<sup>2</sup>, también los concreto más jóvenes presentaban resistencias promedio de 20.58 N/mm<sup>2</sup> mientras que las de mayor edad presentan 15.01 N/mm<sup>2</sup>, finalmente concluye que existe una gran equivalencia de los resultados obtenidos de las probetas testigos de hormigón y los obtenidos del análisis mediante ultrasonidos, presentando una escasa desviación de los resultados obtenidos.

[Ana Caterina Jorge Evangelista, 2002]. En su tesis para optar al grado de Doctor en ciencias de la ingeniería Civil, en la Universidad Federal de Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, Brazil), titulado “AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DO CONCRETO USANDO DIFERENTES ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS”, en la que verifica los puntos comunes e discordantes entre los estudios publicados sobre algunos ensayos no destructivos, y también las recomendaciones de las normas técnicas internacionales y nacionales, de esta forma contrastar cuales son los factores relevante que deben ser considerados para que sean hechas curvas de correlación simples y múltiples entre resistencia a compresión el concreto en cantidades suficientes y hechos con materiales de Rio de Janeiro. El programa experimental contempla ensayos utilizando los métodos de velocidades de propagación de ondas ultra-sónicas, esclerométricas, penetración de pino y “pull off” en cuerpos de prueba de concretos donde son variados algunos parámetros que pueden influir en los resultados de los ensayos; más de treinta pruebas manteniendo constante el agregado y agua.

[Valeria Badilla Eyherregaray, 2014]. En su trabajo de master en la Universidad Politécnica de Cataluña (Barcelona, España), titulado “CORRELACIÓN DE DIFERENTES MÉTODOS DE DETECCIÓN NO DESTRUCTIVOS DE ANOMALÍAS EN EL HORMIGÓN”, En la verifica a través de una detección visual, resistividad eléctrica, velocidad ultrasónica y esclerómetro a fin de reconocer anomalías, lesiones, detección y medición en el hormigón estableciendo características propias de los métodos mencionados, para determinar las ventajas de su uso. Teniendo conclusión que los ensayos analizados son métodos eficaces y económico para la inspección general y local de elementos de concreto en las que cobra relevancia el correcto uso de los equipos según recomendaciones de fabricantes, sobre todo en lo que a limpieza de superficies se refiere; también recalca que este tipo de ensayo son una fotografía del momento en que se realizaron, considerando los condiciones locales y

temporales las cuales pueden ser afectadas por diferentes factores al cabo del transcurrir del tiempo.

[Cesar Augusto Páez Sánchez, 2015]. En su tesis para optar en título de ingeniero civil en la Universidad Militar Nueva Granada (Bogota, Colombia), titulado “ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CONCRETOS EN OBRA DE CINCO PROYECTOS DE VIVIENDA EN COLOMBIA”. En la que analiza y describe la producción de concretos en obra mediante ensayos de especímenes para identificar las variables que intervienen en la resistencia final del concreto preparado para los cinco proyectos de vivienda en los que observo que la textura de los agregados jugo un papel importante puesto que en dos de los proyectos en estudio se obtuvo resistencias menores a las esperadas puesto que en estas se usó canto rodado como agregado, resalta que tener en cuenta los procesos de dosificación por peso a diferencia de volumen que son susceptibles a variación de debido a la humedad, resalta en su estudio que la cantidad de cemento no necesariamente define la resistencia del concreto pero esto podría obedecer más a la cantidad de agua usada que alcanzada fue menor.

[José Guadalupe Muniz Rodríguez, 2006]. En su tesis para optar en título de maestro en ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México (Ciudad de México, México), titulado “CARACTERIZACION DE CONCRETOS DE BAJA RESISTENCIA EN VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL”, En la que verifica las normas vigentes para la construcción de viviendas de interés social en la zona metropolitana de la Ciudad de México analizando si son adecuadas para garantizar la resistencia y durabilidad de las viviendas obteniéndose que los principales problemas que se presentan en las viviendas son las fisuras en puertas y ventanas más sin embargo estos se pueden resolver mediante el uso de aditivos superplastificantes, de esta forma poder disminuir la relación  $a/c$ .

[Oscar Ernesto Aguilar Beltrán, Edwin Adiel Rodríguez Mejía y Martin José Leonel Sermeño Monge, 2009]. En su tesis para optar en título de ingeniero civil en la Universidad de el Salvador (San Salvador, El Salvador), titulado “DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A EDADES TEMPRANAS BAJO LA NORMA ASTM C 1074, EN VIVIENDAS DE CONCRETO COLADAS EN EL SITIO”, En la que Determina por el método de la madurez del concreto (ASTM C 1074) la evolución de resistencia en una vivienda colada insitu y a

partir de dichos resultados determino en que momento la estructura alcanza la resistencia adecuada para el retiro de moldes con este premisa y análisis concluyeron que de acuerdo a los fundamentos teóricos del concreto en estado fresco, afirmaron que de los materiales constituyentes el único que influye de manera directa y natural en la generación de calor es el cemento debido a proceso de hidratación, obteniendo que el fraguado inicial ocurrió a las 3 horas con 33 minutos y el fraguado final a las 5 horas con 23 minutos además afirman que el método de madure puede ser aplicado con mucha confiabilidad en viviendas de dos niveles, edificaciones, puentes, pavimentos, etc. Para el ensayo de numero de rebote los valores de resistencia variaron de 150 kg/cm<sup>2</sup> en la zona superior hasta 179 kg/cm<sup>2</sup> en la zona inferior del elemento en estudio, mientras que para los resultados de módulos de elasticidad dinámico los valores reflejan el mismo comportamiento con una diferencia de 11% del inferior con respecto a superior en viviendas es importante considerar las distintas zonas de la estructura, pero de manera particular en la zona superior debido a que es la más susceptible al lento desarrollo de la resistencia mecánica

## **1.6 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.6.2 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar la resistencia a compresión alcanzada por el concreto en viviendas de la ciudad de Puno

### **1.6.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar la resistencia a compresión alcanzada por el concreto en viviendas céntrica de la ciudad de Puno
- Evaluar la resistencia a compresión alcanzada por el concreto en viviendas periféricas de la ciudad de Puno

## **1.7 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.2 HIPÓTESIS GENERAL**

- La resistencia a compresión alcanzada por el concreto en columnas de viviendas de la ciudad de Puno es inferior a 210 kg/cm<sup>2</sup>



### 1.7.3 HIPÓTESIS ESPECIFICAS

- La resistencia a compresión alcanzada por el concreto en columnas de viviendas céntricas de la ciudad de Puno es inferior a 210 kg/cm<sup>2</sup>
- La resistencia a compresión alcanzada por el concreto en columnas de viviendas periféricas de la ciudad de Puno es inferior a 210 kg/cm<sup>2</sup>

## 1.8 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

### 1.8.1 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

Cuantitativa: Se basa en gran cantidad de muestras obtenidas a través de la prueba de índice de rebote (ensayo con martillo Smith) aplicado al concreto en viviendas para su posterior análisis estadístico.

### 1.8.2 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Descriptiva: Dentro de la investigación se evalúa la situación actual de la resistencia a compresión del concreto en viviendas de la ciudad de Puno

### 1.8.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Investigación no experimental – transversal correlacional: Se evaluará el concreto en la realidad estática para ser reportado y observado.

### 1.8.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población:** La población a estudiar serán las viviendas que estén construidas a base de concreto en la ciudad de Puno exceptuando centros poblados cercanos, se tiene un total de 28,554 viviendas.
- **Muestra:** La muestra serán los datos de resistencia a compresión de las columnas expuestas a la vía pública en las viviendas de la ciudad de Puno. que, en cantidad, se espera no menor a una muestra por cuadra, dependiendo de la accesibilidad a la zona de muestra y de las condiciones necesarias para la realización de la prueba.

### 1.8.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Técnica:** Recolección directa de datos.



- **Instrumentos:** Esclerómetro (Martillo Smith), que cuente con certificado de calibración y contrastados con el ensayo de compresión uniaxial de testigos de concreto.

## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 TECNOLOGÍA DEL CONCRETO Y ESTADO DE LAS VIVIENDAS EN EL PERÚ

###### 2.1.1.1 CEMENTO

Si bien el cemento agrupa a una serie de materiales aglomerantes dentro de la industria de la construcción el cemento portland es el que resalta. El cemento portland fue patentado en los años 1824 en Inglaterra por Joseph Aspdin, desde entonces el cemento se ha ido consolidado en la industria de la construcción, prueba de ello es que hoy en día se producen más de 800 millones de toneladas de cemento al año. El cemento es un material aglomerante que por sus propiedades adherentes y cohesivas le permite unir materiales entre los más comunes son los agregados de origen mineral en dosificaciones que garanticen características deseadas como son resistencia, durabilidad, resistencia a aspectos ambientales y químicos, rapidez de fraguado y ganancia de resistencia, para ello se ha generado una gama de cementos los cuales adicionalmente pueden ser complementados con aditivos.

En el contexto local el cemento predominante es el cemento portland puzolánico IP

**a.** Cemento portland puzolánico tipo IP: este cemento simple las normas ASTM C-595 y la Norma Técnica Peruana 334.090 y su presentación es común en bolsas de 1 pie<sup>3</sup> o 42.5 kg. Algunas características relevantes son:

- Resistencia alcanzada después de 28 días
- Desprende menor calor de hidratación
- Mayor trabajabilidad
- Es un cemento más impermeable favoreciendo la conservación del concreto
- Su resistencia la acción de los sulfatos es mejor que la del cemento portland tipo I

- b. Fabricación: Consiste en la molienda de materiales de origen rocoso como la caliza u otras sustancias en cantidades establecidas las cuales son mezcladas en hornos a temperaturas de 1300 °C a 1400°C generándose el Clinker, para luego enfriarse y ser molido junto con una adicción de yeso.
- c. Composición química del cemento:
- Silicato tricálcico (C3S)
  - Silicato bicálcico (C2S)
  - Aluminato tricálcico (C3A)
  - Ferro-Aluminato tetracálcico (C4AF)

Normalmente el clinker contiene entre 70 y 75% de C3S y C2S, entre 7 y 15% del C3A y el resto son C4AF y otros componentes.

#### 2.1.1.2 AGREGADOS

Los agregados son materiales minerales de origen natural o artificial, estos materiales minerales representan aproximadamente 3/4 partes del concreto, estos al ser unidos entre sí, por materiales aglomerantes como el cemento, generan elementos de formas adecuadas a las necesidades constructivas los mismos que deben cumplir los requisitos de la NTP 400.037 Especificaciones normalizadas para agregados en concretos, los agregados se dividen en dos de acuerdo a su origen tenemos:

- Agregados naturales: son materiales extraídos de yacimiento minerales en consecuencia provienen de la explotación de estos, dicho yacimientos son generalmente de depósito de arrastre pluviales (Cuencas de río) en estos es común los hormigones, del cual se extrae las arenas y cantos rodados, mientras que materiales como la piedra chancada es extraída de canteras que posteriormente son trituradas.
- Agregados artificiales: Estos son obtenidos a partir de productos y procesos industriales.

De acuerdo a su tamaño dividen en:

- Agregados finos: Comprende como arenas, gruesas y finas.

- Agregados gruesos: Gravas y piedras

Estos materiales no solo son material inerte dentro de concreto, sino que pueden influir en el desempeño del concreto, por ejemplo, mejorando su durabilidad (Neville & Brooks, 1998).

Dentro de un contexto local, los materiales predominantes son las arenas y cantos rodados, ambos de canteras locales como lo es el río Cutimbo, extrayendo se está en forma de hormigón el cual corresponde a la mezcla natural de canto rodado y arena en dosificaciones variadas de acuerdo a la cantera, este hormigón solo será usado para la composición de concretos de baja resistencia cumpliendo lo normado en el acápite 3.2.12 de la norma E.060 del RNE.

#### **2.1.1.4 PROPIEDADES DEL CONCRETO Y FACTORES DE INFLUENCIA**

Uno de los principales y más importantes atributos que posee el concreto es su capacidad de resistir a sollicitaciones de diferente índole.

“La resistencia es el máximo esfuerzo que se puede ser soportado por el concreto sin romperse” (Rivva Lopez, 2000), dentro de estas resistencias la que resalta y prevalece en los cálculos estructurales es la resistencia a compresión, en consecuencia, esta cobra gran relevancia y más aun dentro de un ambiente de desconocimiento como lo es el contexto de la construcción en el Perú.

El concreto por ser un elemento generado por la unión de varios componentes como el cemento, agregados, agua y aditivos. El concreto de acuerdo las cantidades de cada uno de estos componentes, como también de las características de cada uno, así como su fabricación, y si a esto le sumamos los procedimientos constructivos se generan una gran gama de variaciones, los cuales se trata de controlar identificando y controlando los denominados factores de influencia.

El presente trabajo de investigación se centrará en la resistencia a compresión del concreto en consecuencia, es de interés de conocer estos factores de influencia que afecta esta cualidad del concreto.

##### **2.1.1.4.1. DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO**

La dosificación de las mezclas de concreto es de suma importancia en la busca de concreto con capacidades de resistencia adecuadas y durabilidad. El método A.C.I. es un

método de dosificación se basa en la medición de materiales (cemento, agregados, agua) en representación de peso y volumen, buscando cualidades necesarias a cada caso.

La norma que rige el diseño de mezclas es la A.C.I. 211.1 la cual está basada en la norma ASTM C33. Que tienen la finalidad garantizar la obtención de la cualidad y calidad requerida.

El aspecto más importante en el logro de la resistencia a compresión adecuada del concreto en consecuencia este es de interés.

#### 2.1.1.4.2. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO FRESCO

El asentamiento es una característica inherente al concreto en su estado fresco o recién batido, esta característica es necesaria a fin de dar forma al mismo, dependiendo de la cantidad de agua y el uso de aditivos esta cualidad varia, teniendo en cuenta que a mayor cantidad de agua se generan concreto menos resistentes.

En consecuencia, se podría inducir que a un mayor asentamiento se generan concreto menos resistentes, dependiendo esta afirmación al uso de aditivos y agregados en cantidades y cualidades constantes.

La siguiente Tabla 1 expresa los asentamientos. Teniendo en cuenta métodos de vibrado para su compactación, es de importancia aclarar que para otros métodos de compactado se sumara 2.5 cm a los valores mostrados

**Tabla 1:** Valores de asentamiento recomendados para diversas clases de construcción

ASENTAMIENTO O (cm)	CONSISTENCIA (TIPO DE CONCRETO)	GRADO DE TRABAJABI LIDAD	TIPO DE ESTRUCTURA Y CONDICIONES DE COLACIÓN
0.0-2.0	MUY SECA	MUY PEQUEÑO	Vigas o pilotes de alta resistencia con vibración de formaletas
2.0-3.5	SECA	PEQUEÑO	Pavimentos vibrados con máquina mecánica
3.5-5.0	SEMI-SECA	PEQUEÑO	Construcciones en masas voluminosas con vibración. Fundación en concreto simple

			Pavimentos con vibradores normales
5.0-10.0	MEDIA	MEDIO	Losas medianamente reforzadas y pavimentos, compactado a mano. Columna, viga, fundaciones y muros con vibración
10.0-15.0	HÚMEDA	ALTO	Secciones con mucho refuerzo. Trabajos donde la colocación sea difícil. Revestimiento de túneles. No recomendable para compactarlo con demasiada vibración

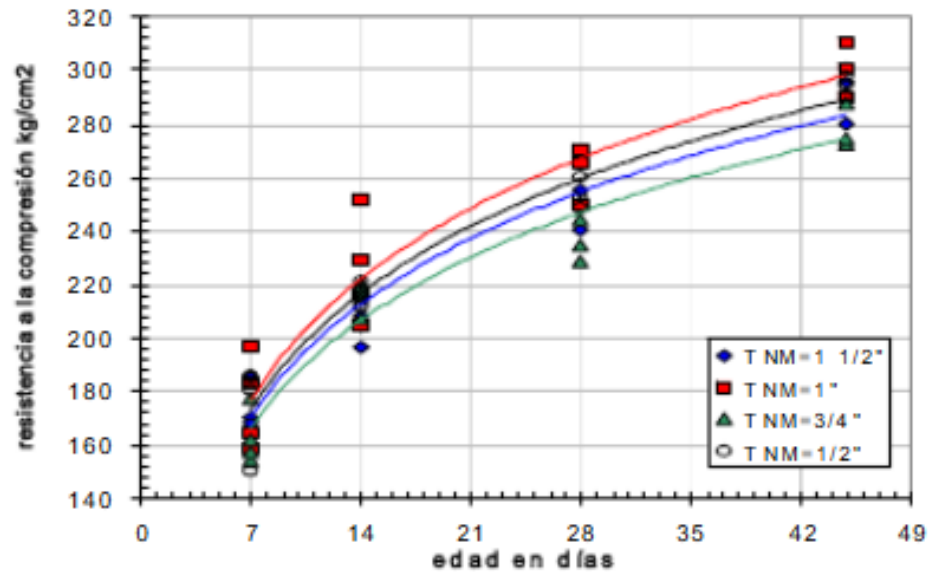
**Fuente:** Adaptado de Niño Hernández, 2010

#### 2.2.1.4.2 ELECCIÓN DE TMN

El TMN es la medida máxima del agregado grueso en su mayor dimensión, es ese entender es importante la resistencia del agregado grueso, así como otras características como si este agregado grueso es a modo de piedra chancada o canto rodado, en ese entender la estructura de los mismo también influye en la resistencia del concreto, así como otros aspectos relacionados al agregado.

Mas esto no resta la influencia del TMN en la resistencia final de concreto, el cual es de interés en la presente investigación

El tamaño máximo nominal también juega un papel a la hora de alcanzar resistencias del concreto adecuadas, en la Figura 1, se puede observar que para TMN mostrados se generan resistencia variadas en los tiempos. Siendo la que mejor comportamiento ofrece la de 1".



**Figura 1:** Relación entre TMN, edad y resistencia del concreto  
**Fuente:** ICG

Si valor adoptado para TMN, en la práctica no es común su determinación en base a la resistencia que se quiere lograr sino a otros aspectos relacionados al tipo de elemento a ser vaciado y espacio de los mismos, esto a fin de evitar cangrejas en el concreto la Tabla 02 muestra el TMN para diferentes elementos y las dimensiones de estos

**Tabla 2:** Valores recomendados de TMN según el tipo de construcción

DIMENSIÓN MÍNIMA DEL ELEMENTO (cm)	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL EN MM (PULGADAS)			
	MUROS REFORZADOS, VIGAS Y COLUMNAS	MUROS SIN REFUERZO	LOSAS MUY REFORZADAS	LOSAS SIN REFUERZO O POCO REFORZADAS
6-15	12(1/2") - 19(3/4")	19(3/4")	19(3/4") - 25(1")	19(3/4") - 38(1 1/2")
19-29	19(3/4") - 38(1 1/2")	38(1 1/2")	38(1 1/2") - 76(3")	
30-74	38(1 1/2") - 76(3")	76(3")	38(1 1/2") - 76(3")	76(3")
75 O MAS	38(1 1/2") - 76(3")	152(6")	38(1 1/2") - 76(3")	76(3") - 152(6")

**Fuente:** Niño Hernandez, 2010

### 2.2.1.4.3 RELACIÓN AGUA-CEMENTO

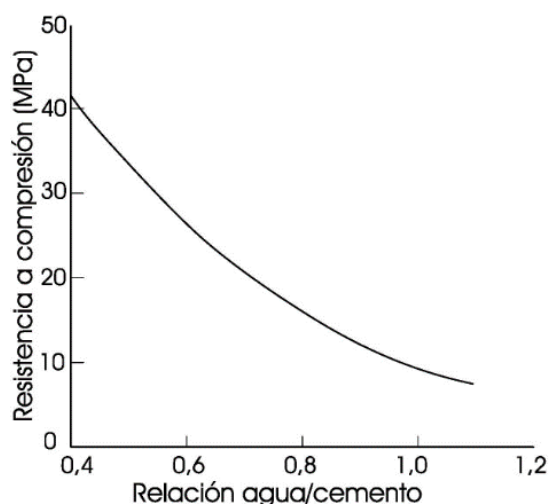
En esta relación, la cantidad de agua cobra gran importancia debido a su relación inversamente proporcional con la resistencia del concreto así se puede afirmar que la resistencia del concreto depende altamente de la relación por peso entre el agua y el cemento.

**Tabla 3:** Influencia de la relación a/c en la resistencia del concreto

A/C	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
0,36	420
0,40	370
0,45	340
0,50	295
0,55	275
0,60	230
0,65	220
0,70	185
0,75	165
0,80	140

**Fuente:** Genesis Guevara 2012

De la misma forma se presenta el siguiente grafico que expresa y da fe de una situación similar a la de cuadro anterior, se puede apreciar la relación inversamente proporcional de la relación agua-cemento y la resistencia.



**Figura 2:** Efecto de la relación a/c en la resistencia a los 28 días

**Fuente:** Canoves, 2012

Dentro de ámbito de la construcción informal el cemento es el material constante en esta relación 42.5 kg (01 bolsa) mientras que el agua es variable, generándose una dependencia directa entre la cantidad de agua y la resistencia, cabe resaltar que este punto es el más descuidado en la construcción informal.



### 2.2.1.4.4 GRADACIÓN Y ORIGEN DE LOS AGREGADOS

Según la norma ASTM C33 y la NTP 174 las cuales hacen la siguiente recomendación para las granulometrías de los agregados:

**Tabla 4:** Recomendaciones de granulometrías para agregado grueso, según norma ASTM C33

AGREGADO	TAMAÑO NORMAL (mm)	MATERIAL QUE PASA CADA UNO DE LOS SIGUIENTES TAMICES (PORCENTAJE)												
		101,60 mm	90,50 mm	76,10 mm	64,00 mm	50,80 mm	38,10 mm	25,40 mm	19,00 mm	12,70 mm	9,51 mm	4,76 mm	2,38 mm	1,19 mm
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16
0	90,50 a 38,10	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
1	64,00 a 38,10			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
2	50,80 a 4,76				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
3	38,10 a 4,76					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
4	25,40 a 4,76						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
5	19,00 a 4,76							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
6	12,70 a 4,76								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
7	9,51 a 2,38									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
8	50,80 a 25,40				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
9	38,10 a 19,00					100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5				

Fuente: Niño Hernández, 2010

De la misma forma para el agregado fino

**Tabla 5:** Recomendaciones de granulometrías para agregados finos, según norma ASTM C33

TAMIZ		% PASA	
mm	PULGADAS	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
9,51	3/8	100	100
4,76	# 4	95	100
2,38	# 8	80	100
1,19	# 16	50	85
0,595	# 30	25	60
0,297	# 50	10	30
0,149	# 100	2	10

Fuente: Niño Hernández, 2010

En referencia al uso común de hormigón en reemplazo del agregado fino y grueso de acuerdo a lo estipulado en el la norma E 060 en su apéndice 3.2.12 el cual afirma:

El agregado llamado “hormigón” corresponde a una mezcla natural de grava y arena. Solo podrá ser emplearse en la elaboración de concretos con resistencias en compresión hasta de 100 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días

Aspecto que muchas veces no es tomado en cuenta en la construcción informal.

#### 2.2.1.4.5 AIRE INCORPORADO

El aire atrapado o denominado también natural usualmente representa entre un 1% y 3% del volumen de la mezcla, en concordancia con las características de la mezcla, como los agregados TMN, textura, la granulometría entre otros. La presencia grandes cantidades de aire atrapado genera una disminución importante de la resistencia potencial de la mezcla, es por ello que es imperativo un buen trabajo de compactado, sean por chuseado o vibrado a fin de extraer la mayor cantidad de aire atrapado en la mezcla.

Cabe resaltar que el aire incorporado genera una mayor trabajabilidad, la misma que permitiría una reducción del agua para una trabajabilidad constante, en ese entender se obtiene una compensación parcial desde el punto de vista de la resistencia.

**Tabla 6:** Valores recomendados para contenido de aire en el concreto para varios grados de exposición

AGREGADO GRUESO		PORCENTAJE PROMEDIO APROXIMADO DE AIRE ATRAPADO	PORCENTAJE PROMEDIO TOTAL DE AIRE RECOMENDADO PARA LOS SIGUIENTES GRADOS DE EXPOSICIÓN		
PULGADAS	mm		SUAVE	MEDIANO	SEVERO
3/8	9,51	3,0	4,5	6,0	7,5
1/2	12,50	2,5	4,0	5,5	7,0
3/4	19,10	2,0	3,5	5,0	6,0
1	25,40	1,5	3,0	4,5	6,0
1 1/2	38,10	1,0	2,5	4,5	5,5
2	50,8	0,5	2,0	4,0	5,0
3	76,1	0,3	1,5	3,5	4,5
6	152,4	0,2	1,0	3,0	4,0

**Fuente:** Niño Hernández, 2010

#### 2.2.1.4.6 TEMPERATURA DEL CURADO

En la rama de la construcción se considera que un clima es frío si la temperatura es inferior a 5°C por mínimo 3 días consecutivos. El proceso de vaciado de concreto no debería realizarse si se estima que se presentaran temperaturas inferiores a 0°C dentro de las 48 horas siguientes.

Las temperaturas bajas generan una disminución de la resistencia del concreto debido a la aparición de micro fisuras acarreado a los ciclos de congelamiento y deshielo de agua atrapada en los poros del concreto. La ciudad de Puno presenta temperaturas mínimas de

-2°C según (SEMANHI, 2017), por periodos superior a los 3 días seguidos, considerándose así un clima frío.

La aparición de micro fisuras genera una disminución de la resistencia del concreto según (Nelson Quispe, 2017) el fraguado en climas fríos genera una reducción del siguiente orden que se muestra en la figura 03.



**Figura 3:** Resistencia del hormigón vs tiempo  
**Fuente:** Nelson Quispe, 2017

Según la figura 3 la resistencia del concreto a compresión, curado en condiciones de gradiente término para la ciudad de Puno, a una edad de 28 días es inferior en 19.15% comparada con un concreto curado en condiciones de gradiente térmico óptimo.

Es así que se puede apreciar que existen varios factores que llegan a influir en la resistencia del concreto, muchas de esta son las directamente responsables, que se encuentren determinadas resistencias de la resistencia a compresión del concreto.

## 2.2.1.5 VIVIENDAS DE CONCRETO EN EL PUNO EN EL PERÚ

### 2.2.1.5.1 INFORMALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

La informalidad en la construcción de viviendas en el Perú se divide en dos ramas, la autoconstrucción que se define como la construcción de una vivienda por parte de los

mismos propietarios del inmueble y la segunda rama es la autogestión la que se entiende como la gestión de la construcción por parte de los mismos propietarios, es común que en la autogestión sea un maestro de obra el que se en carga de la construcción muchas veces desconociendo principios básicos de construcción basando sus trabajos en conocimientos empíricos (Garay Pichardo & Quispe Cotrina, 2014)

Ambas ramas de la construcción informal presentan características en común como son: La fatal de asesoría técnica en sus diferentes etapas, resaltando sobre todo en su etapa de construcción, en la actualidad la formalidad crece a ritmos lentos, pero cabe resaltar que este crecimiento se enfoca netamente en etapas de diseño, mas no en etapas constructivas.

Según la RNE E060, la resistencia mínima del concreto estructural es de 17 Mpa o 175 kg/cm<sup>2</sup> en sistema de EMDL. La misma resistencia que se presenta en el medio local a modo de albañilería confinada: mientras la norma establece que para elementos resistentes a fuerzas de sismo la resistencia mínima especificada del concreto deberá alcanzar como mínimo 210 kg/cm<sup>2</sup> en consecuencia esta es la resistencia que los concretos estructurales deben de alcanzar.

En el Perú la construcción es calificada como de baja calidad prueba de ello se muestra en la Figura 4 que muestra la calidad de la construcción en Latino América, En la cual el Perú es el que muestra junto con Nicaragua y Bolivia con los peores índices.



**Figura 4:** Personas que viven en viviendas de mala calidad o no disponen de un techo donde vivir

**Fuente:** (BID, 2013)

Según el Banco Interamericano de Desarrollo. En el Perú el 72% de la población vive en viviendas de mala calidad o no disponen de un techo para vivir.

Estos datos se ponen en contraste con los datos de CAPECO que afirma que aproximadamente el 80% de las viviendas en el Perú son informales informalidad que es difícil de solucionar, al respecto opina Carpio Montoya “La autoconstrucción no se acabará de un día para otro, pero sí se dan los criterios técnicos mínimos a fin de que la vivienda autoconstruida no sean vulnerables”.

Dosificación a/c según (Willian Pancca, 2018) en la ciudad de Puno se presenta la siguiente dosificación

**Tabla 7:** Dosificación del concreto en viviendas de la ciudad de Puno

Ítem	Dosificación		Agua		Dosificación		
	# de Palas	Vol	lts	a/c	por Volumen		
Mínimo	45	4.92	20	0.47	1	:	5 : 22
Promedio	47	5.13	22	0.52	1	:	5 : 23
Máximo	49	5.36	23	0.54	1	:	5 : 24

**Fuente:** (Willian Pancca, 2018)

Adicional a esta dosificación que indica una relación a/c de 0.52 en promedio, aclara una variación  $\pm 5$  litros, lo cual es común en las dosificaciones en la ciudad Puneña. Esta variación o rango de variación genera una incertidumbre de la resistencia alcanzada, más sirve como una primera aproximación a la relación a/c.

Según (Willian Pancca, 2018) que realizo ensayos basados en muestreos en la ciudad de Puno, es que afirma que la resistencia promedio  $f'c=150.12$  kg/cm<sup>2</sup> la cual representa el 71.49% de la resistencia en comparación con la resistencia mínima para elementos estructurales según el RNE que de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

En cuanto al agregado según (Willian Pancca, 2018) la construcción informal en general no discrimina entre agregado fino y grueso en consecuencia es común el uso de hormigón el cual no presenta una relación entre los agregados aleatoria y variable.

En resumen la construcción informal en el Puno ha generado incertidumbre en la calidad de los concretos vaciado in situ puesto que existe infinidad de factores que influyen en esta algunos de estos son el cemento usado, el uso de agregados y hormigones de dosificaciones variables, tipo de agregado grueso, cantidad de agua, tiempo de mezclado, cantidad de cemento, el curado entre muchos otros que afectan la resistencia del concreto, muchos de estos factores son controlados de forma empírica por los denominados “maestros” en consecuencia se puede tener resistencias de concreto tan variadas con “maestros” y materiales hayan sido participes en la edificación de la actual ciudad Puneña.

#### 2.2.1.5.2 CANTIDAD DE VIVIENDAS EN LA CIUDAD DE PUNO

Para conocer la cantidad de viviendas en el Perú es que se recurrió a estudios basadas en censos, entre los cuales los más recientes son los censo de:

- Censos nacionales 1981 VIII de población y III de vivienda
- Censos nacionales 2005 X de población y V de vivienda
- Censos nacionales 2007 XI de Población y VI de vivienda

- Censos nacionales 2017: XII de Población, VII de vivienda y II de comunidades

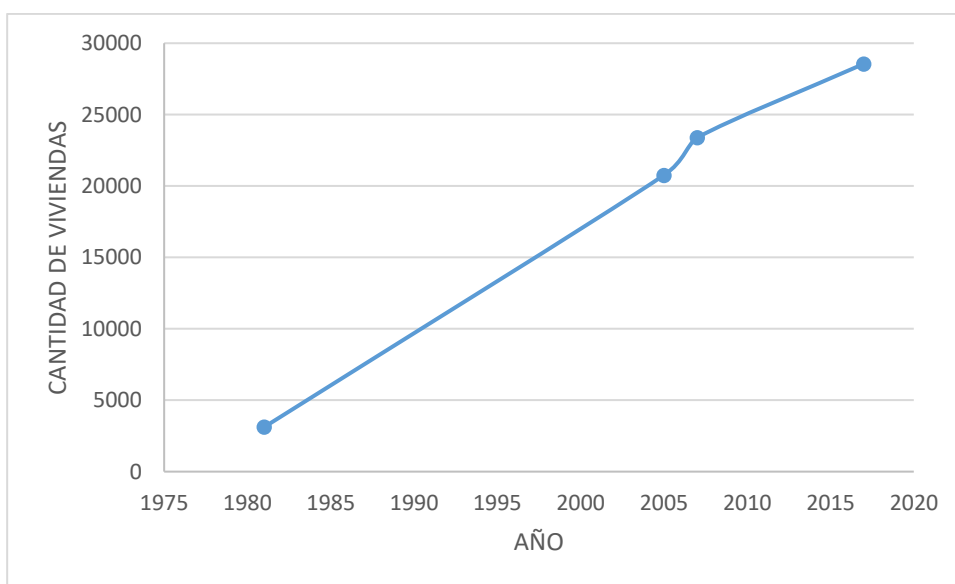
De estos estudios fueron enfocados en las viviendas de material predominante en muros en el sub ítem de muros de ladrillo o bloques de cemento, es así que tenemos:

**Tabla 8:** Viviendas de muros de ladrillo en Puno

AÑO	VIVIENDAS CON MUROS DE LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTO
1981	3,117
2005	20,756
2007	23,384
2017	28,554

**Fuente:** Adaptado censos nacionales 1981, 2005, 2007 y 2017

De lo cual se puede representar gráficamente el ritmo de crecimiento de la población de viviendas de muros de ladrillo o bloques de cemento:



**Figura 5:** Crecimiento de la cantidad de viviendas de muros de ladrillo en la ciudad de Puno

**Fuente:** Adaptado censos nacionales 1981, 2005, 2007 y 2017

Lo que muestra que la cantidad de casas de material predominante ladrillo y bloques de concreto, aumento a un ritmo de 735 viviendas por año entre los años 1981 y



2005; mientras que para el tiempo comprendido entre los años 2005 y 2007 creció a un ritmo de 1314 viviendas por año, finalmente entre los años 2007 y 2017 creció a un ritmo de 517 viviendas por año.

### **2.2.2 PRUEBA DE ÍNDICE DE REBOTE**

El ensayo esclerómetro o índice de rebote es hecho mediante el uso del denominado esclerómetro el cual constituye un ensayo no destructivo, a fin de evaluar la resistencia del concreto (Carlos Sanjuan;2014)

Este ensayo fue diseñado por el ingeniero suizo Ernest Schmidt en los años 40 y patentado como Martillo Schmidt , siendo su valor de “R” (índice de rebote) una unidad adimensional que relaciona la dureza superficial del concreto con su resistencia de modo experimental (Carlos Sanjuan;2014).

Este ensayo en líneas globales es un ensayo de estimación de la resistencia a compresión del concreto, siendo susceptible a variaciones. Dicho esto, es un método que genera confiabilidad aceptable.

Los ensayos esclerometricos poseen una variación importante de hasta un  $\pm 15\%$  en el valor de resistencia en mezcla similar, por lo que podemos esperar una precisión en índice de rebote de  $\pm 15/\sqrt{n}\%$  con una confianza de 95% (Carlos Sanjuan;2014).

#### **2.2.2.1 ESCLERÓMETRO**

Un esclerómetro es un instrumento manual de peso aproximado de 2 kg, de accionamiento mecánico el cual tiene una fuerte energía de impacto y su funcionamiento es de características sencillas (Carlos Sanjuan, 2014).

Este instrumento se permite el uso del fundamento de índice de rebote el cual sustenta que si golpeamos un elemento con una fuerza determinada este elemento regresa parte de esa energía rebotada, dependiendo de la dureza del material golpeado, así que se puede inferir que a mayor dureza mayor rebote de la misma forma menor dureza caso contrario. Esto es básicamente lo que hace un esclerómetro.

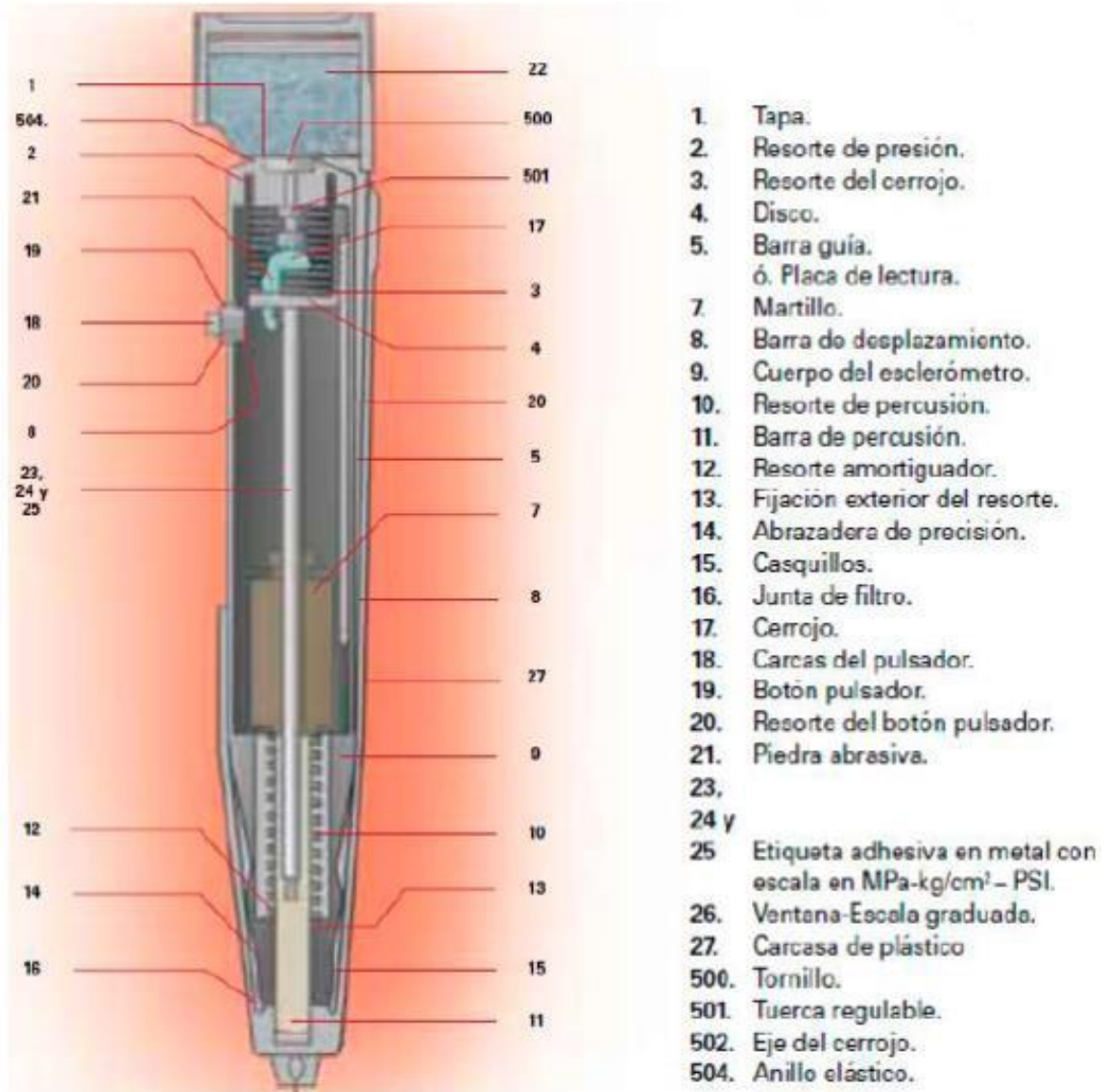
El accionamiento de este instrumento es simple, se genera presión sobre la superficie de concreto a ser objeto de estudio, una vez se genera la presión determinada el resorte libera la presión y golpea el concreto, el concreto responde a este golpe de acuerdo a su dureza, esta respuesta es la que desplaza una guía sobre un visor escalado



de 10 a 100 y consigue la medición, se puede hacer uso del botón de bloquea con a fin de tomar cuenta de la medida (Carlos Sanjuan;2014).

Como se puede ver el esclerómetro es un instrumento de fácil uso debido a que las mediciones se pueden hacer de manera rápida además de ser un ensayo no destructivo.

A continuación, se muestra las partes de un esclerómetro.



**Figura 6:** Partes de un esclerómetro

**Fuente:** Rubén M., 2014

Siendo un ensayo para la determinación de la resistencia del concreto, presenta características que la diferencia de otros métodos para la obtención de sus determinaciones en términos de resistencia a compresión. Dicho esto, se generan

características a modo de ventajas y desventajas, las más relevantes se muestran a continuación:

### **Ventajas**

- Es un ensayo no destructivo
- Es económico
- Debido a su fácil uso se puede realizar gran cantidad de determinaciones

### **Desventajas**

- Existen varios factores que influyen en las determinaciones
- Se necesita una superficie de concreto lisa para su realización
- Solo afecta a los primeros centímetros de la pieza (2-3cm)
- Puede variar de acuerdo a la pericia del operario

## **2.2.2.2 FACTORES DE INFLUENCIA Y CORRECCIÓN**

Este ensayo para el logro de proporcionar datos confiables que reflejen la realidad del elemento ensayado hace uso de una gama de factores de corrección los mismos que analizaremos a continuación:

### **2.2.2.2.1 TIPO DE CEMENTO**

La finura del cemento puede ocasionar variaciones en torno del 10%, para concretos convencionales, esto de valore son sujetos a tipo de cemento usado (Carlos Sanjuan, 2014).

### **2.2.2.2.2 CONTENIDO DE CEMENTO**

Este factor de baja relevancia teniendo una influencia menos del 10% (Carlos Sanjuan, 2014).

Este factor genera directamente influencia en el contenido de finos en consecuencia genera una menor presencia de poros

Según (Nelson Quispe, 2017), en la construcción Puneña se estima que se coloca un promedio de 8 bls por 1 m<sup>3</sup> de concreto, dato que es sujeto a variación.

#### **2.2.2.2.3 TIPO DE AGREGADO**

El agregado también juega un papel importante en los resultados mostrados por el esclerómetro, afectando principiante a mezcla que usan piedra chancada en su composición subestimándose estos en 6 – 7 N/mm<sup>2</sup> (Carlos Sanjuan, 2014).

En el contexto Puneño el uso de piedra chancada como agregado grueso es prácticamente nulo, usándose en su reemplazo el canto rodado de origen natural.

#### **2.2.2.2.4 TIPO DE SUPERFICIE**

Este método no es adecuado para superficies abiertas, es decir elementos no encofrados e irregulares, en consecuencia, su uso se limita en superficies encofradas, se puede usar medios abrasivos a fin de alisar la superficie, pero estos pueden generar sobreestimación de la medición.

#### **2.2.2.2.5 EDAD**

Hasta los 90 días de edad no existen influencias, a partir de este plazo se pueden generar sobreestimaciones (Carlos Sanjuan, 2014).

Esto tiene inmediata relación con la carbonatación como se vera en el siguiente punto.

#### **2.2.2.2.6 CARBONATACIÓN SUPERFICIAL**

La carbonatación se debe principalmente a la portlandita formada durante la hidratación de los componentes del cemento y a los hidróxidos de sodio y potasio presentes. El descenso de la alcalinidad se produce principalmente por la reacción de los compuestos de carácter básico de la fase acuosa del hormigón, hidróxido de sodio, potasio y calcio con componentes ácidos de la atmosfera, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de azufre (SO<sub>2</sub>) generándose un descenso de la alcalinidad denominada genéricamente carbonatación (Isabel Galan, 2011).

Para (Adrian Licor, 2016), la carbonatación es uno de los muchos factores importantes que determinan la vida útil en servicio de una estructura de concreto armado, la carbonatación se puede definir como la reducción de la alcalinidad del concreto por acción de los componentes ácidos de la atmosfera como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y de azufre (SO<sub>2</sub>).

En concordancia por lo vertido por diversos autores, la carbonatación es natural al cemento y su exposición al medio ambiente.

Los efectos de la carbonatación en el concreto son un aumento en la resistencia a tracción y compresión de las zonas afectadas, así como a tensiones y micro fisuras. (Isabel Galan; 2011)

En consecuencia, se afirma que la carbonatación es uno de los factores más importantes, para carbonataciones de hasta 5mm los estudios no muestran errores significativos, con el ensayo de esclerometría (Carlos Sanjuan, 2014) sin embargo para carbonatación profunda se puede sobre estimar la resistencia hasta en un 50%. Siendo uno de los factores más importantes, sino el más importante que afecta a la determinación de la resistencia.

El avance de la carbonatación se produce desde el exterior hacia el interior de la estructura de concreto esto depende de varios factores (Adrian Licor, 2016), como son

- Relación agua cemento
- Humedad Relativa
- Porosidad del concreto
- Cantidad de CO<sub>2</sub> en el ambiente

La velocidad de penetración se ve reducida en concretos más densos y bien curados. La temperatura y la presencia de humedad en el ambiente son de gran influencia en hormigones sometidos a ambientes HR<20% se presenta un índice de carbonatación muy bajo en forma similar a lo que sucede en ambientes húmedos HR>80% en la que el agua cierra los poros capilares dificultando el ingreso de CO<sub>2</sub>, sin embargo, los ambientes intermedios con 25%<HR<75% presentan mayor velocidad de penetración (Adrian Licor; 2016)

#### **a. Modelos de predicción de la carbonatación**

Para el frente carbonatado se mueve hacia el interior del hormigón en una relación proporcional a la raíz cuadrada del tiempo (Adrian Licor, 2016), esta relación es lo que se conoce como la “ley de la raíz cuadrada”.

$$P_x = Vc * \sqrt{t}$$

También una alta relación agua cemento a/c en el concreto a causa un aumento en la porosidad del mismo (Adrian Licor; 2016) en consecuencia se genera que a menor resistencia del concreto mayor carbonatación.

Haciendo uso de este método para condiciones de temperatura humedad de (Isabel Galan, 2011) obtuvo resultados empíricos de la profundidad de penetración de la carbonatación para una serie de pastas de concreto, los cuales se cometieron a diferentes procesos de carbonatación natural. Expuestos a diferentes niveles de CO<sub>2</sub> y HR, en donde afirma que la velocidad de penetración de la carbonatación es determinada por el HR producto de estos ensayos obtuvo una gama de resultados.

Los concretos usados en sus determinaciones son:

**Tabla 9:** Cementos usados para el estudio de carbonatación

	CEMENTO	% CLINKER	ADICIONES	FABRICANTE	PROVINCIA
1	CEM I 42,5R	95-100	Sin adiciones	Lafarge-Asland	Toledo
2	I 42,5R/ SR	95-100	Sin adiciones	Uniland	Barcelona
3	CEM II/B-LL 32,5N	65-79	Caliza	Cemex	Alicante
4	CEM II/A-M (V-L) 42,5R	80-94	Ceniza , Caliza	Portland-Valderrivas	Madrid
5	CEM II/B-M (S-V) 42,5N	65-79	Escoria, Ceniza	Holcim	Almería
6	CEM II/A-P 42,5R	80-94	Puzolana	CEISA	Las Palmas
7	CEM II/B-P 32,5N	65-79	Puzolana	Cemex	Toledo
8	CEM II/A-S 52,5N	80-94	Escoria	Tudela Veguín	León
9	CEM II/A-V 42,5R	80-94	Ceniza volante	Lemona	Vizcaya
10	CEM II/B-V 32,5R	65-79	Ceniza volante	Cosmos	Córdoba
11	III/B 32,5N/SR	20-34	Escoria	Alfa	Santander
12	III/C 32,5N/SR/BC	5-19	Escoria	Cemex	Tarragona
13	CEM IV/B (V) 32,5N	45-64	Ceniza volante	Alfa	Santander
14	CEM II/A-L 42,5R	80-94	Caliza	Cosmos	Huelva
15	III/A 42,5N/SR	35-64	Escoria	Tudela Veguín	Oviedo

**Fuente:** Isabel Galan, 2011

**Tabla 10:** Composición de los cementos usados para el estudio de carbonatación

CEMENTO	% SiO <sub>2</sub>	% Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% SO <sub>3</sub>	% MgO	% Na <sub>2</sub> O	% K <sub>2</sub> O	% Cl <sup>-</sup>
1 CEM I 42,5R	20,18	4,49	2,64	63,83	3,45	2,28	-	0,95	0,010
2 I 42,5R/SR	20,45	3,45	3,59	62,77	3,20	1,39	0,09	0,61	0,003
3 CEM II/B-LL 32,5N	16,83	4,30	2,20	55,96	3,06	2,40	0,24	0,86	0,035
4 CEM II/A-M (V-L) 42,5R	22,02	10,04	2,39	57,15	7,16	2,56	0,47	1,16	0,001
5 CEM II/B-M (S-V) 42,5N	25,00	8,70	2,50	54,20	2,76	2,72	0,45	0,52	0,050
6 CEM II/A-P 42,5R	31,45	6,26	3,36	52,64	2,60	0,20	-	-	0,030
7 CEM II/B-P 32,5N	26,24	8,58	6,62	49,23	3,40	6,21	1,36	1,07	0,006
8 CEM II/A-S	21,72	7,53	2,81	60,11	3,01	2,00	0,43	0,83	0,002
9 CEM II/A-V 42,5R	21,63	5,81	3,97	56,31	3,48	1,94	0,71	0,96	0,030
10 CEM II/B-V 32,5R	29,19	10,25	2,53	48,58	2,92	2,82	0,20	1,10	0,001
11 III/B 32,5N/SR	26,40	10,60	2,47	45,95	2,72	3,12	0,27	0,70	0,011
12 III/C 32,5N/SR/BC	30,04	10,12	1,16	46,82	3,80	5,80	0,06	0,37	0,075
13 CEM IV/B 32,5N	32,23	12,32	4,20	41,05	2,64	2,14	0,41	1,59	0,003
14 CEM II/A-L 42,5R	18,33	4,81	3,22	62,01	3,15	0,83	0,18	0,69	0,010
15 III/A 42,5N/SR	26,60	8,50	2,50	55,60	2,10	4,80	-	0,70	-

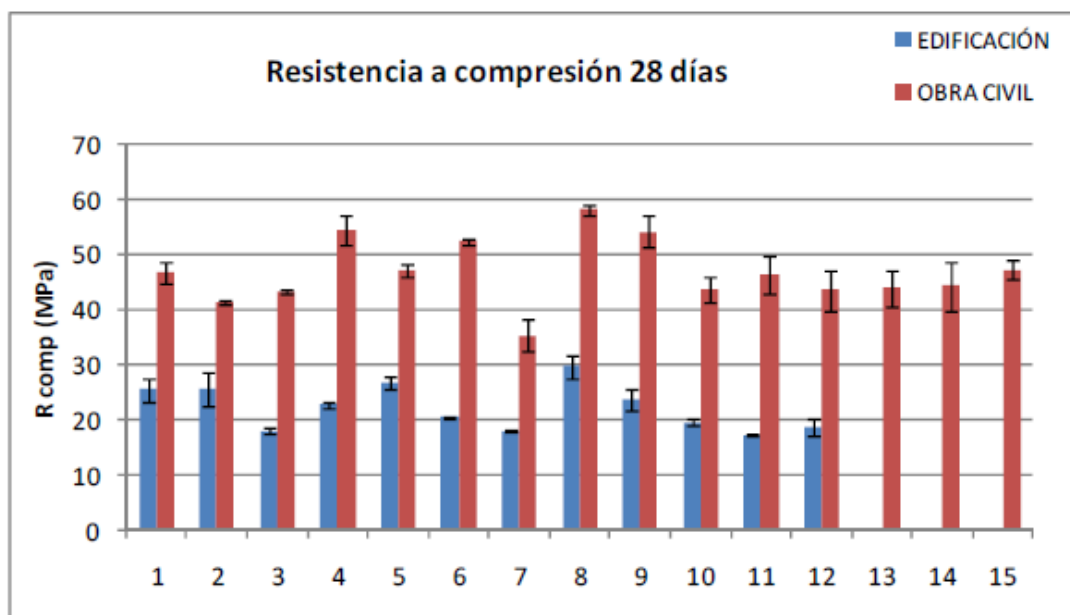
**Fuente:** Isabel Galan, 2011

También se presentan las dosificaciones que utilizó el investigador.

**Tabla 11:** Dosificaciones consideradas

DOSIFICACIÓN TIPO EDIFICACIÓN		DOSIFICACIÓN TIPO OBRA CIVIL	
Cemento	300 kg	Cemento	400 kg
Grava 6-12 mm	1144 kg	Grava 6-16 mm	949 kg
Arena 0-2 mm	820 kg	Arena 0-2,5 mm	297 kg
Agua	180 kg	Arena 0-5 mm	614 kg
a/c	0,6	Agua	180 kg
		a/c	0,45

**Fuente:** Isabel Galan, 2011



**Figura 7:** Resistencia a la compresión de los concreto estudiados  
**Fuente:** Isabel Galan, 2011

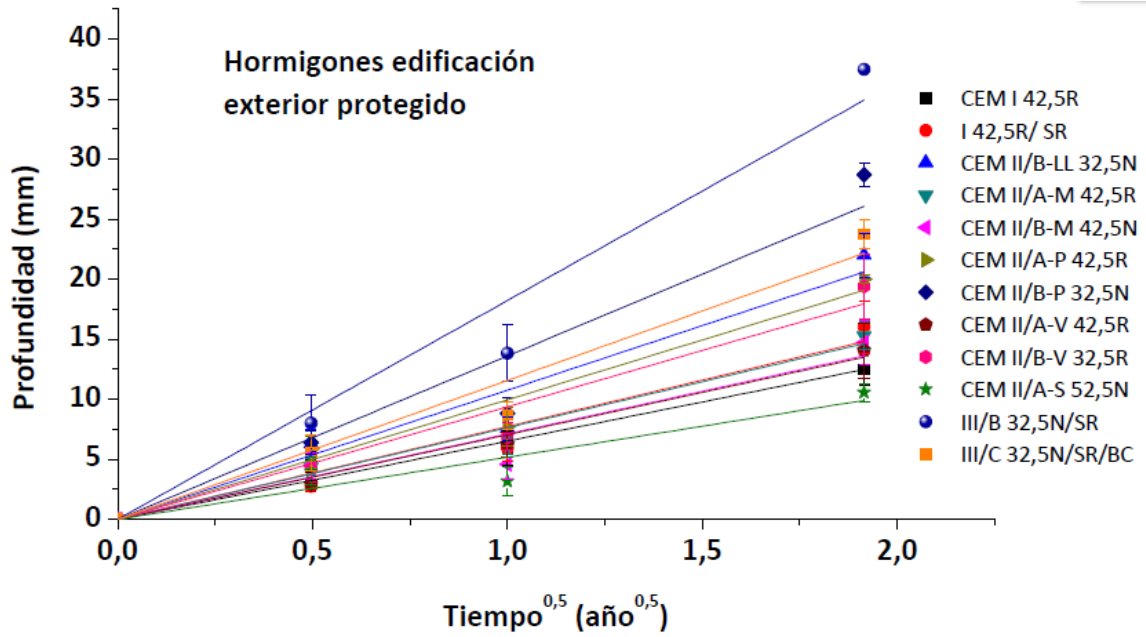
Durante para el logro de sus resultados el investigador tomo condiciones que se muestran a continuación:

**Tabla 12:** HR y temperatura par los casos ensayados

Ambiente	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	[CO <sub>2</sub> ] (ppm)
Interior	24-68	13-25	400-850
	Valor medio: 38	Valor medio: 22	
Exterior	27-97	0-31	400
	Valor medio: 57	Valor medio: 16	

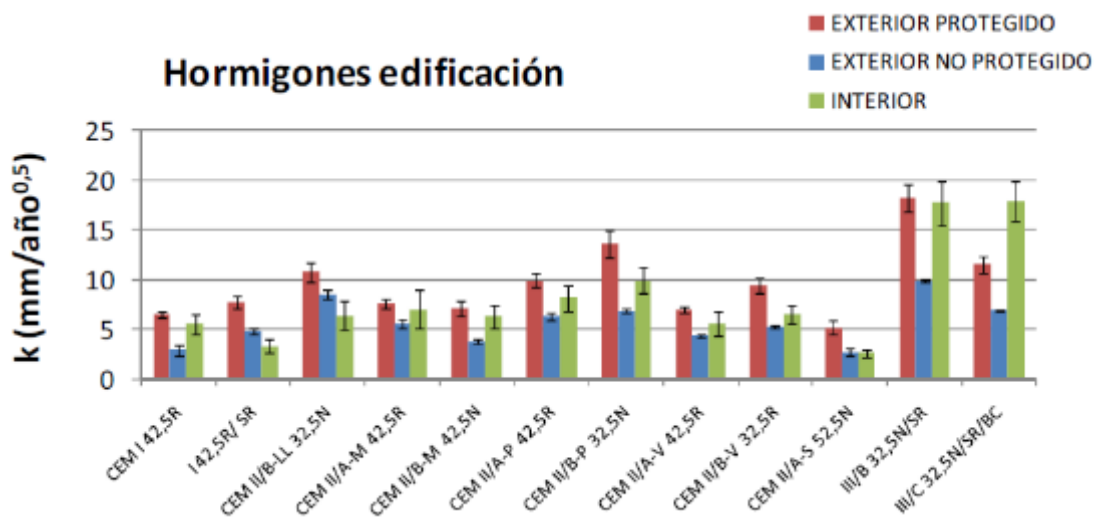
**Fuente:** (Isabel Galan, 2011)





**Figura 8:** Profundidades de carbonatación vs tiempo  
**Fuente:** Isabel Galan, 2011

En la siguiente figura se muestra la velocidad de a la que el frente de carbonatación penetra en el concreto.



**Figura 9:** Profundidad de carbonatación  
**Fuente:** Isabel Galan, 2011

Resultados que apoyan el método para el cálculo de la velocidad de avance del frente de carbonatación es el desarrollado por (Minoru Hamada, 1968), formula que permite cuantificar el avance del frente de carbonatación en el tiempo tomando en



consideración variables como el tipo de cemento, la relación a/c, tipo de árido y terminación superficial, logrando unas relaciones de una manera relativamente simple.

Donde “t” es la demora del frente de carbonatación alcanza una cierta profundidad, queda dado por la siguiente expresión:

$$x = k \cdot \sqrt{t}$$

Además:

$$k = R \cdot a$$

$$a = \frac{(w - 0.25)^2}{0.3(1.15 + 3w)}$$

Donde:

$$R = r_c \times r_a \times r_s$$

$$w = \text{relacion } a/c$$

$r_c, r_a, r_s$  se obtienen a partir de las siguientes tablas

**Tabla 13:** Coeficiente  $r_c$

Tipos de Cemento	Cemento Portland		Cemento Siderúrgico		Cemento puzolánico	Cemento con ceniza volcánica (20%)
	Corriente	Alta Resistencia	30-40% Escoria	60% Escoria		
$r_c$	1.0	0.6	1.4	2.2	1.7	1.9

**Fuente:** Luis Rojas, 2016

**Tabla 14:** Coeficiente  $r_a$

Tipos de agregados	Arena de río, grava de río.	Arena de río, grava de pumicita	Arena de pumicita, grava de pumicita	Ceniza volcánica (fina, gruesa)
$r_a$	1.0	1.2	2.9	3.3

**Fuente:** Luis Rojas, 2016

**Tabla 15:** Coeficiente rs

Terminación	Plana	AEA	Agente
Superficial		(incorporador de aire)	Dispersante
$r_s$	1.0	0.6	0.4

**Fuente:** Luis Rojas, 2016

Estos métodos vistos expresan una sobreestimación en las mediciones debido al procesos de carbonatación que generan una mayor dureza del concreto superficial debido a la acumulación de sales en los poros de la capa externa del concreto. La misma que de acuerdo a su profundidad esta sobreestimación se va acrecentando de acuerdo al siguiente gráfico:

**Tabla 16:** Factores de corrección por carbonatación

Profundidad de carbonatación (cm)	Factor de corrección
0,5	0,97
1	0,94
1,5	0,90
2	0,87
2,5	0,84
3	0,80
3,5	0,78
4	0,74
4,5	0,72
5	0,68
5,5	0,65
6 o mayor	0,62

**Fuente:** (Carlos Fernandez, 2014)

#### 2.2.2.2.7 HUMEDAD

Los estudios indican que la humedad reduce su dureza superficial en consecuencia puede generar una subestimación de 20%.

#### 2.2.2.2.8 TEMPERATURA

La norma UNE 12504-2 limita el uso del esclerómetro a temperatura que van de 10°C a 35°C, dirigirse al Anexo 2 para mayores referencias de esta norma.

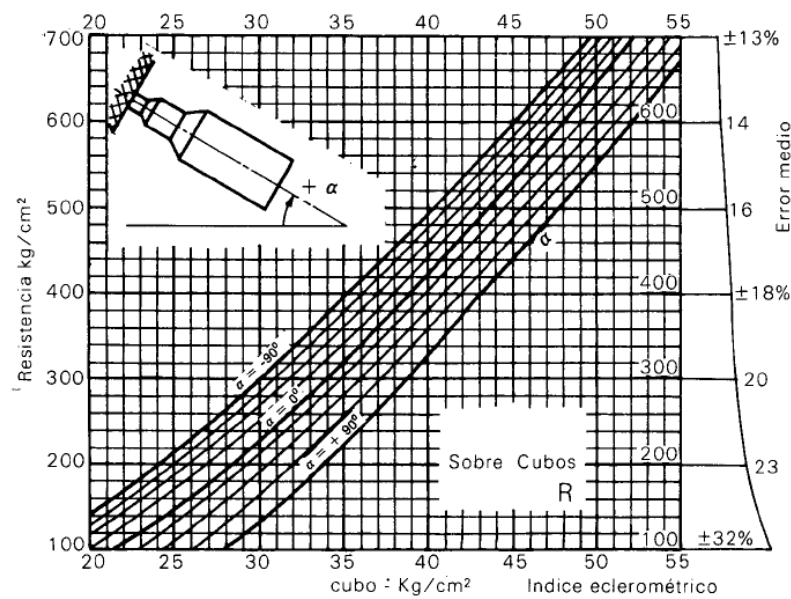
#### 2.2.2.2.9 FACTOR DE REPRESENTATIVIDAD

Para (Carlos Fernandez, 2014) existe correcciones por representatividad, este aspecto está directamente relacionado con la comparación entre el ensayo destructivo a compresión axial con el ensayo de índice de rebote, aclara que existen discrepancias entre estos debido a la escala del objeto a ser ensayado por ambos métodos, es decir existe

variación entre las mediciones dadas por los ensayos de EID y el ECA, atribuible al tamaño del elemento de muestra, este factor varía entre 1 y 0.81, del cual se extrae que para una pieza cilíndrica de 150mm de diámetro y 300mm de altura se genera un discrepancia de 0.81.

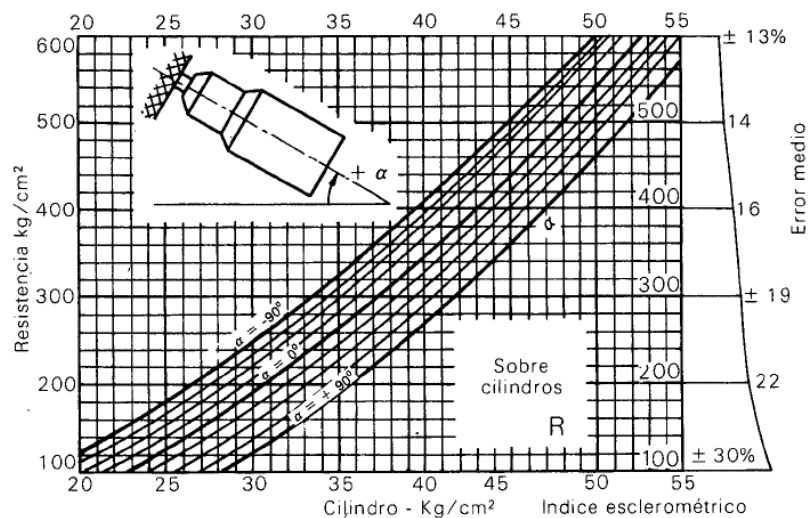
Entendiéndose así que para el caso de los testigos de concreto que poseen estas dimensiones requerirá ser corregido en la media que eviten esta deficiencia.

Se muestra la curva ajustada para la curva esclerometrica estándar en la cual se advierte la subestimación



**Figura 10:** Resistencia sobre testigo cúbicos

**Fuente:** (Gabriel Gomez; 2008)



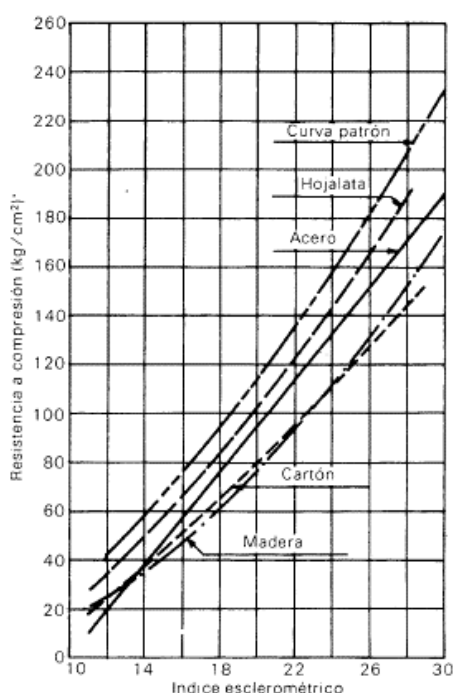
**Figura 11:** Resistencia sobre testigos cilíndricos

**Fuente:** (Gabriel Gomez; 2008)

De estos cuadros se concluye se expresa discrepancia por la representatividad entre los diferentes tipos de testigos, teniéndose menores medidas para testigos cilíndricos.

#### 2.2.2.2.10 FORMA Y TEXTURA DE LA SUPERFICIE

De acuerdo a la forma de la superficie se genera otro factor de corrección, debido a que las formaletas introducen diferencias en las lecturas de índice esclerométrico. Superficies planas arrojan valores levemente superiores a las superficies curvas y a las formaletas como se desprende en la figura 12 (Gabriel Gomez, 2008).



**Figura 12:** Resistencia a compresión e índice de rebote - influencia de los moldes  
**Fuente:** Gabriel Gomez, 2008

En nuestro medio el encofrado se da por madera, mientras que los testigos se hacen en material hojalata, constituyéndose así un factor de corrección, el cual que de la mano con el factor de representatividad afectan la comparación entre EIR y ECA.

#### 2.2.2.2 PRECISIÓN DEL ENSAYO DE ÍNDICE DE REBOTE

Bungey comparo los resultados obtenidos con el esclerómetro sobre muestras de concreto, para ello tomo 20 mediciones sobre los elementos, los mismos que arrojaron los siguientes resultados:

MAX= 20

MIN=25

MEDIA = 21.8

El cual se estima una variación de 20% en las mediciones del Valor R.

Obteniendo una desviación estándar de:

S=+-1.5

Cabe resaltar que la desviación estándar máxima se reduce de acuerdo al número de muestras, según la expresión  $\pm 15/\sqrt{n}$  siendo n el número de ensayos

En una contrastación posterior de resultado con la rotura del testigo de concreto se pudo notar variaciones menores del 15%, esto siguiendo un adecuado procedimiento de calibración de los equipos y análisis de resultados (Bungey, 1984).

## 2.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 2.2.3.1 FUNDAMENTOS DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se sirve de una gama de herramientas descritas a continuación:

- **Sujeto:** es el objeto de investigación. Ya sea este animado o inanimado; objetos, personas, medidas u otro valor.
- **Población:** Conjunto de sujetos que presentan una característica en común la cual puede ser cuantificables y medible, esta además constituye la base del estudio, debido a que con el estudio se busca conocer una cualidad de la población.
- **Muestra:** es un conjunto de sujetos tomados de la población, dicho esto se busca que esta muestra sea representativa de la población, es decir que esta muestra pueda expresar características de la población entera.
- **Variable:** Son características de los sujetos que pueden tomar diversos valores, la misma se subdivide en variables continuas y discretas. Como su nombre lo dice las variables continuas toman valores continuos si la presencia de saltos, mientras que las discretas si presentan saltos o discontinuidades, es común en este tipo de variable tomar valores enteros finitos.

- **Parámetros:** Son valores constes que definen a una población.

### 2.2.3.2 DEFINICIÓN DE CONCEPTOS ESTADÍSTICOS

Es importante definir aspectos estadísticos necesarios para el correcto entendimiento e interpretación para llevar un adecuado análisis estadístico:

- **Rango de datos (R):** es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de un conjunto de datos.

$$R = X_{max} - X_{min}$$

- **Numero de intervalo de clase (K):** está relacionado con la cantidad (n) de datos de la muestra se calcula con la fórmula de Sturges definida por:

$$K = 1 + 3.322 \log(n)$$

Es usual que el número este entre 5 y 15

- **Tamaño de intervalo de clase (C):** se utiliza la siguiente relación

$$C = \frac{R}{K}$$

- **Intervalo de clase:** deben cumplir la condición de que el valor más bajo de los datos es el límite inferior, a este se agrega el valor del tamaño de intervalo de clase (C) para obtener el límite de intervalo.

$$L_i = X_{min}$$

$$L_s = X_{min} + C$$

- **Las marcas de clase:** es el mayor intervalo de cada intervalo de clase

$$X_i = \frac{L_i + L_s}{2}$$

- **Frecuencia absoluta de clase (fi):** es el número de observaciones pertenecientes a cada intervalo

- **Frecuencia absoluta acumulada de clase (Fi):** es la sumatoria de las frecuencias de clase en cada intervalo.

### 2.2.3.3 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Las medidas de tendencia central son medidas estadísticas que pretenden resumir en un único valor un conjunto de valores, este valor único valor representa el punto central del punto central del conjunto de valores.

- **Media:** Es la más común de las de tendencia central y constituye el denominado “centro de gravedad de los datos” es expresa como el promedio aritmético de los resultados:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- **Mediana:** es el valor de la variable que deja el mismo número de datos antes y después que el, una vez ordenados estos.

Si n es impar es el valor que ocupa la posición  $\frac{n+1}{2}$  una vez que los datos han sido ordenados en forma creciente o decreciente, es decir:

$$Me = x\left(\frac{n+1}{2}\right)$$

Si n es par, la mediana es la media aritmética de las dos observaciones centrales, es decir:

$$Me = \frac{x\left(\frac{n}{2}\right) + x\left(\frac{n+1}{2}\right)}{2}$$

- **Moda o intervalo modal:** se define como el valor más frecuente de los datos, en el caso de variables continuas o discretas con muchos valores, puede que los datos apenas se repitan, este caso se da un intervalo modal

### 2.2.3.4 MEDIDAS DE DESVIACIÓN O DISPERSIÓN

Tienen gran relación con las medidas de tendencia central, ya que lo que pretenden es cuantificar como de concentrado o disperso están los datos, teniendo como referencia la media (Antonio Saenz, 2012)

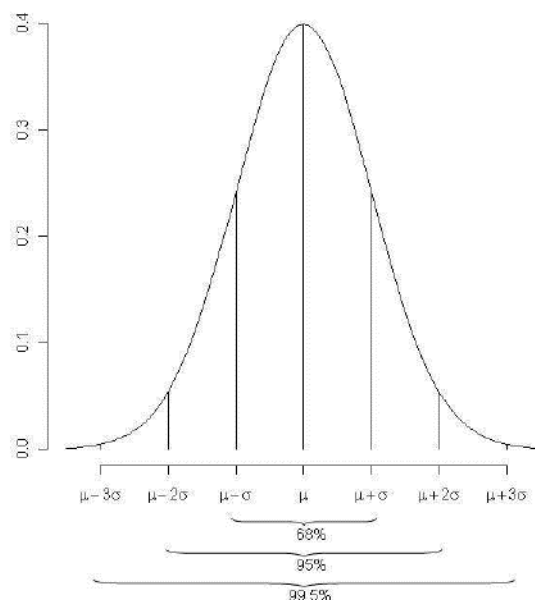
- **Varianza muestral:** la varianza muestra se expresa por

$$s_{n-1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Cuando mayor sea la varianza de unos datos, más dispersos, heterogéneos o variables son estos datos. Cuanto más pequeña sea una varianza de unos datos, mas agrupados u homogéneos son dichos datos (Antonio Saenz, 2012).

- **Desviación típica o estándar muestral:** se define por la siguiente expresión matemática

$$s_{n-1} = \sqrt{s_{n-1}^2}$$



**Figura 13:** Representación gráfica de la regla empírica  
**Fuente:** Antonio Saenz. 2012



- **Coefficiente de variación:** Una forma de valorar en términos relativos como es de dispersa una variable es precisamente proporcionar el coeficiente entre la desviación típica y la media lo que se conoce como coeficiente de variación

$$cv = \frac{S_{n-1}}{|\bar{x}|}$$

### 2.2.3.5 MEDIDAS DE FORMA, COEFICIENTE DE ASIMETRÍA

Las medidas de forma comparan la forma que tienen la representación gráfica, bien sea el histograma o el diagrama de barras de la distribución, con una situación ideal en la que los datos se preparan de igual medida a la izquierda como a la derecha.

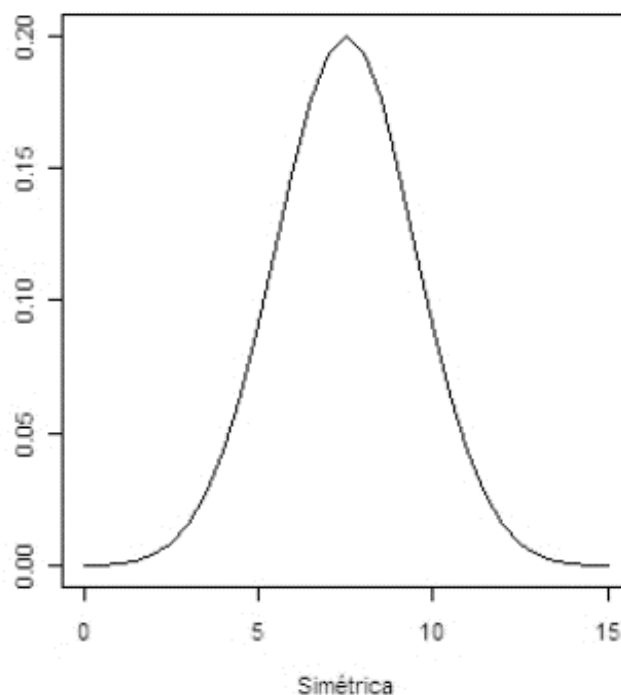
En el caso de que los datos estén repartidos de igual forma a uno u otro lado de la medida se conoce como simetría y se dice que la distribución de los datos es simétrica en este caso tanto la media, la mediana y la moda coinciden

Por otro lado, se dice que una distribución es asimétrica a la derecha si las frecuencias tanto absolutas o relativas descentrada en mayor o menor medida a la derecha situación parecida es para la simetría a la izquierda.

Para valorar la simetría de unos datos se suele utilizar el coeficiente de asimetría de Fisher

$$As = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n-1}}{S_{n-1}^3}$$

A continuación, se muestran las formas típicas de distribución de datos.



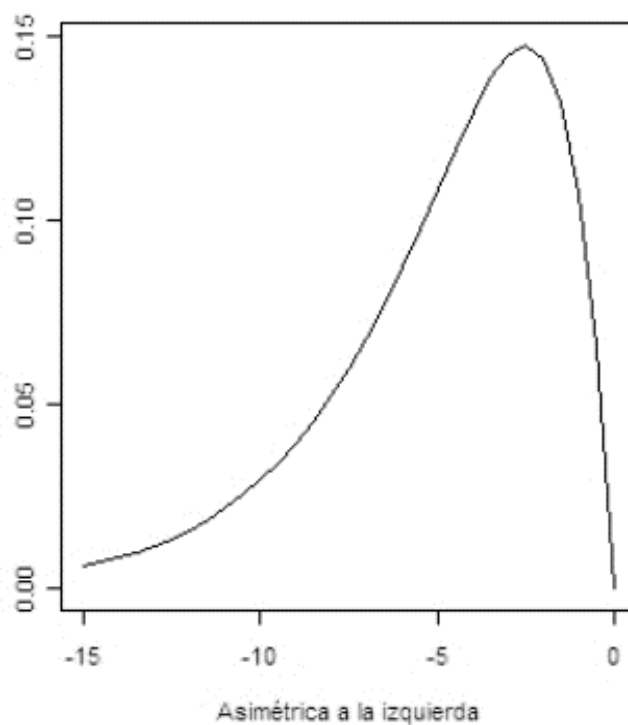
**Figura 14:** Forma típica de distribución - simetría  
**Fuente:** Antonio Saenz. 2012

Este tipo de distribución de denominada normal, es comun su uso para describir el comportamiento aleatorio de muchos procesos que ocurren en la naturaleza.

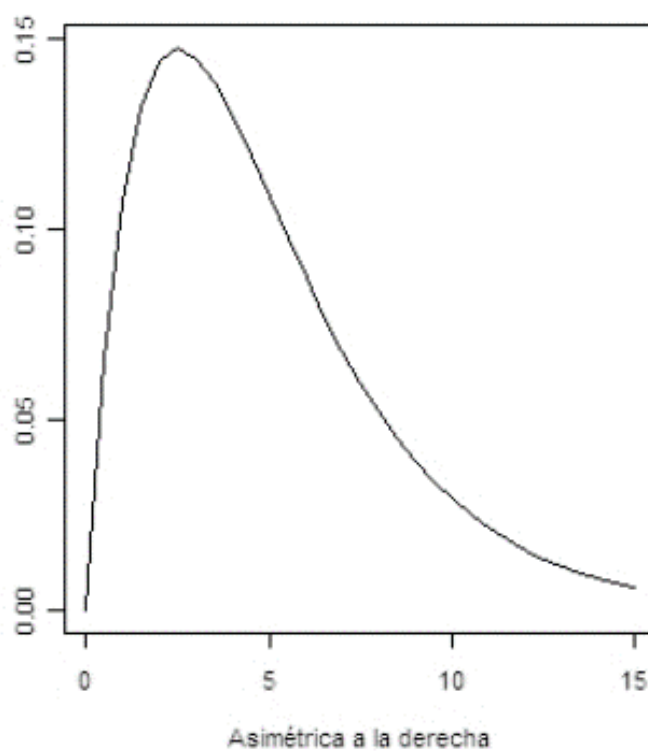
Esta grafica fue expresada por medio de una ecuacion por el matematico Gauss es por ello que es comunmente demonicada como “campana de Gauss”, este grafico es el que usualmente presperenta a datos como los que muestra la resistencia del concreto.

$$F(x) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-u)^2}{2s^2}}$$

La integración de esta funcion genera el area en la campana de Gaus en un rango determinado, estas integraciones se expresan en el Anexo 1 con fines de facilitar los calculos.



**Figura 15:** Forma de distribución de datos - Asimetría a la izquierda  
**Fuente:** Antonio Saenz. 2012



**Figura 16:** Forma de distribución de datos - Asimetría a la derecha  
**Fuente:** Antonio Saenz. 2012

### 2.2.3.5 INTERVALOS DE CONFIANZA, ERROR MÁXIMO Y TAMAÑO DE MUESTRA

#### 2.2.3.5.1 INTERVALOS DE CONFIANZA

Mide la probabilidad que se tiene de que la media poblacional pertenezca al intervalo de confianza.

$$\left(\bar{X} - Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

$$p\left(\bar{X} - Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \leq \mu \leq \bar{X} + Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha$$

Donde:

$\alpha$  es el nivel de significancia de riesgo

$1 - \alpha$  es el nivel de confianza

Para ello se necesita la confianza, es común una confianza del 95%, lo cual implica un riesgo de 5% de tener muestras erróneas

#### 2.2.3.5.2 ERROR MÁXIMO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

En el esfuerzo por representar una población a través de una muestra de esta, es que necesariamente se generan errores atribuidos a la poca factibilidad de analizar toda la población, en ese entender el error máximo está ligado a la confiabilidad de los datos, del número de muestras y la de población de estudio.

El error se expresa mediante la siguiente formula.

$$E = Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

En tanto la amplitud del intervalo es:

$$(\bar{X} - error, \bar{X} + error)$$

Es también importante la fórmula que índice el número de muestras.

$$n = \sqrt{Z_{\alpha/2} \cdot \frac{\sigma}{E}}$$

Estas expresiones estadísticas serán apoyo al presente estudio en la búsqueda de sus determinaciones y validación de hipótesis.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 GENERALIDADES

La presente investigación busca evaluar la resistencia del concreto vaciado in situ en viviendas de la ciudad de Puno, es en ese esfuerzo se optó por el ensayo no destructivo denominado “ensayo de índice de rebote”, escogido por su facilidad de uso, este ensayo se hace con la ayuda de un instrumento denominado esclerómetro o “martillo Schmidt” en referencia a su creador. Haciendo uso de este instrumento se procedió al muestreo de la viviendas, este muestreo se realizó en viviendas comunes de la ciudad de Puno, concretamente en columnas (encofradas) expuestas a la intemperie y de fácil acceso por la vía pública, debido a la facilidad de muestreo, el muestreo se realizó de acuerdo a las recomendaciones tanto del fabricante del esclerómetro el cual es el “STRUCTURE OF TEST HAMMER HT225” como también siguiendo lo normado por normas como la ASMT C805 y la UNE-EN-12504-2. Recomendaciones que guiaron los procedimientos y condiciones de los muestreos muestreo que constituyen la base del presente estudio.

Teniendo en cuenta aspectos ya vistos sobre la fiabilidad del ensayo esclerometrico es que se hace necesaria para una mejor aproximación en ese entender se tomó una gran cantidad de mediciones las mismas que serán sujetas a correcciones debido a aspectos ya visto, que influyen en las determinaciones, pero gracias al número de mediciones, las mismas que se realizaron entre los meses de julio, agosto, septiembre y octubre del 2018; se puede garantizar que se podrá determinar un promedio confiable de la resistencia del concreto puesto in situ, el mismo que representara a la ciudad de Puno.

Cabe resaltar que el presente estudio busca un valor representativo de la resistencia a compresión del concreto en la ciudad Puneña, no así los análisis de la resistencia del concreto en casos individuales, los cuales son susceptibles a variación debido a la gran cantidad de factores que intervienen en las mediciones.

#### 3.2 EQUIPOS A USAR

##### 3.2.1 ESCLERÓMETRO

Para la realización de presente estudio basado en el estudio de la resistencia del concreto, mediante el empleo del índice de rebote es que se emplea el denominado esclerómetro. Para el presente estudio de uso un martillo de precedencia china

“STRUCTURE OF TEST HAMMER” (modelo HT-225B) el cual fue adquirido específicamente para el presente estudio, por ser un equipo nuevo este martillo presenta certificados que no solo avalan su calidad sino también su calibración, estos puntos se verán posteriormente.



**Figura 17:** Esclerómetro (HT225) a usar  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

### 3.2.1.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Rango de medición: 10 – 70 MPa
- Energía de impacto:  $2.207 \pm 0.1$  J (0.225 Kgf.m)
- Longitud de martillo de golpe:  $75 \pm 0.3$ mm
- Radio de Punta esférica:  $25\text{mm} \pm 1\text{mm}$
- Valores promedio de rebote en yunque de acero:  $80 \pm 2$
- Dimensión de carcasa:  $\varnothing 54 \times 280$  mm
- Peso  $\approx 1$  kg

El certificado de calibración garantiza los datos mostrados.

### 3.2.1.2 OPERACIÓN DE EQUIPO

Estas recomendaciones fueron vertidas por el fabricante del esclerómetro a usar estas se exponen de la siguiente manera:

Durante las pruebas el martillo debe de estar siempre perpendicular a la superficie.

**Paso 1:** generalmente el equipo está bloqueado durante su almacenaje, se deberá desbloquear antes de la realización del ensayo, tomar el martillo presionar el botón de bloqueo que se encuentra perpendicular a la superficie del martillo. Presionándolo lentamente sobre la tapa del extremo, el martillo se desbloqueará y el botón saldrá, dejar de presionar retirarnos el martillo de prueba de la superficie, una vez esta operación de desbloqueo del martillo este está listo para ser usado.

**Paso 2:** Apunte al punto de prueba, mantenga perpendicular, empuje lentamente, el cabezal de rebote se empujará hacia el martillo de prueba, al mismo tiempo, el resorte de compresión se comprime, pero el resorte de tensión se estira y se endereza, continúe presionando hasta que se desenganche el martillo de rebote. El martillo de rebote impactará el cabezal de rebote por el resorte de forma y tracción. Después del impacto con el cabezal de rebote, el martillo de rebote rebotará y tomará el puntero hacia arriba; el puntero se detendrá en la posición más alta, y podemos conocer la posición por el calibre, cada posición contra un valor para es el valor de rebote, tenga en cuenta que antes de registrar el valor de rebote no suelte el instrumento, o el puntero se establecerá en cero automáticamente por el empuje del resorte de compresión.

**Paso 3:** Continúe con las mediciones en otro punto

**Paso 4:** Al terminar el ensayo presione el cabezal de rebote dentro de la carcasa, al igual que el procedimiento anterior. Después de que el cabezal impacta. Presione el botón de bloqueo, para luego limpiar y guardar en su guarda.

Para mayores referencias referirse al Anexo 3, manual de usuario del equipo

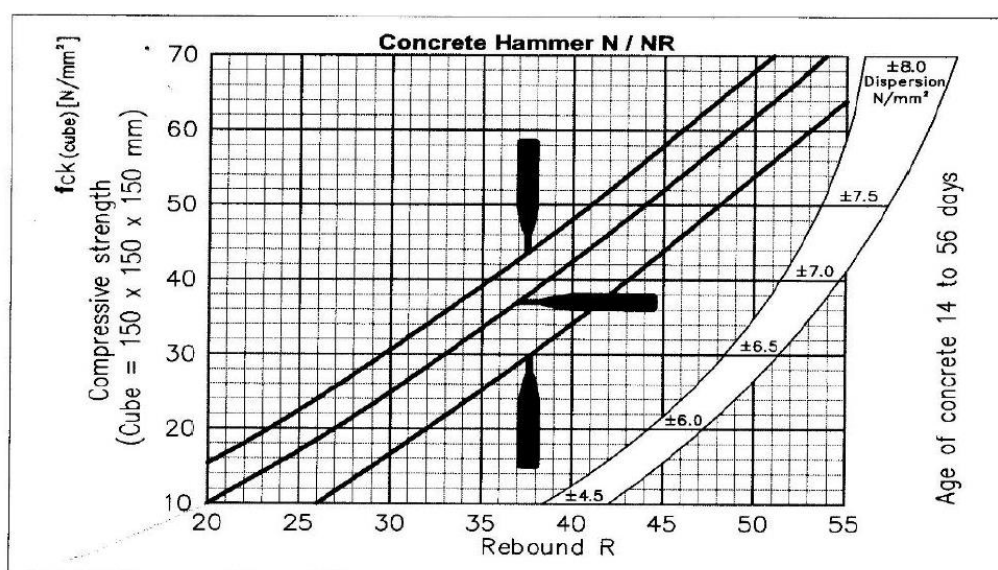
### 3.2.1.3 RECOMENDACIONES DE USO

- Al realizar pruebas en superficie no vertical y por lo tanto no en sentido horizontal, en esencial tener en cuenta el factor de la gravedad que actúa sobre el impacto, y la profundidad de carbonatación es otro factor que debe tenerse en cuenta si es necesario una hoja de conversión precisa
- Tenga en cuenta que una operación cuidadosa es útil para la precisión del ensayo, evitar que el instrumento se caiga, se caiga en agua, golpes y otros daños
- La prueba debe de realizarse sobre una superficie lisa y uniforme obtenida de piezas de fundición, evite superficies desiguales y porosas, trozos de grava y

juntas en el concreto, realizar pruebas en secciones delgadas o zonas de menos de 10 cm de ancho se requiere especial cuidado en su interpretación.

### 3.2.1.4 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO EN BASE AL VALOR “R”

El fabricante muestra un gráfico que ayuda en la transformación del factor adimensional “R” dado por el esclerómetro HT225-B a unidades de resistencia a compresión (N/mm<sup>2</sup>), el grafico muestra curvas para diferentes posiciones de aplicación del ensayo como son de en sentido vertical y horizontal, esto debido a la acción de la gravedad sobre el martillo.



**Figura 18:** Abaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro (HT225)

**Fuente:** Manual de usuario del equipo esclerómetro (HT225)

La figura 18 muestra la relación que existen entre el valor “R” el cual es adimensional.

### 3.2.1.5 CERTIFICADO DE CALIDAD

En el Anexo 4 se muestra el certificado de calidad del equipo, el cual avala la calidad del equipo a ser empleado en las mediciones.

Este certificado fue emitido por el fabricante, mediante el cual el fabricante garantiza la funcionalidad y durabilidad del equipo.

### 3.2.1.6 CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

En el Anexo 5 se muestra el certificado de calibración del equipo el cual avala que el equipo, esta calibrado y genera datos confiables en sus mediciones



Este certificado fue emitido por un laboratorio de calibrado Nantong Ketech Instrument Co.,Ltd el cual mediante el certificado garantiza el calibrado del equipo.

### **3.2.1.7 CONTRASTACIÓN DEL EQUIPO A USAR**

A fin de garantizar la veracidad como también la precisión del ensayo propuesto como base de la obtención de valores representativos de la resistencia del concreto es que se optó por su contrastación a través de dos métodos.

#### **3.2.1.7.1 CONTRASTACIÓN CON TESTIGOS DE CONCRETO**

Se realizo testigos de concreto elaborados en base a un diseño de mezclas y cumpliendo la norma ASTM-C31 para su elaboración y curado. En ese entender y se recurrió a un diseño de mezclas establecida para concretos de resistencia 140 kg/cm<sup>2</sup> que según mediciones esclerométricas y estimaciones, seria resistencia que alcanza los concreto en viviendas de la ciudad, es importante señalar que la presente investigación no se basa en la elaboración de testigos de concreto para el alcance de sus objetivos, sino solo se apoya en estos como elementos de contraste a fin de verificar que el instrumento en uso sea verifíco en la obtención de sus mediciones, por ello no se ha sido en demasía minucioso en el logro de las dosificaciones, puesto que serlo iría en contras de lo que el presente análisis sustenta, que es la verificación de concreto puesto en situ en viviendas muchas veces vaciadas desconociendo diseños de mezclas.

Para la presente investigación se ha contado con el apoyo de la obra “Mejoramiento del servicio de formación académica en la facultad de Ingeniería Geológica y Metalúrgica en la Universidad Nacional del Altiplano” en cuanto a la dotación del diseño de mezclas, materiales, herramientas para la elaboración y curado de testigos de concreto los mismos que posteriormente fueron rotos en un laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNA Puno.

##### **3.2.1.7.1.1 DISEÑO DE MEZCLAS**

Con el fin de corroborar la fiabilidad del esclerómetro (modelo HT225) se elaboró una serie de testigos de concreto con resistencias diseñadas para  $f'c=140$  kg/cm<sup>2</sup>, para ello se tomó un diseño de mezclas ya establecido en ese entender se Agradece el apoyo de encargado de la obra “Mejoramiento del servicio de formación académica en la facultad de Geología y metalúrgica en la Universidad Nacional del Altiplano” que facilito el diseño de mezclas de donde se extrae datos de relevancia para su fabricación en obra

De los agregados:

**Tabla 17:** Características de los agregados

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CEMENTO	AGREGADOS	
		TIPO IP	FINO	GRUESO
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	Pulg.		1/16	1
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>		1382	1444
PESO UNITARIO COMPACTO	Kg/m <sup>3</sup>		1535	1592
PESO ESPECÍFICO	gr/cc	2.99	2.33	2.6
ABSORCIÓN	%		1.77	1.36
MODULO DE FINEZA			3.24	6.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		.85	1.55

**Fuente:** Diseño de Mezclas

Para una dosificación Slump de 3''-4'' se calcula la siguiente dosificación

**Tabla 18:** Dosificación  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

DESCRIPCIÓN	BOLSA=42.5 KG/CM <sup>2</sup>	PROPORCIÓN	M <sup>3</sup>
CEMENTO	42.50	1.00	0.10
AGREGADO FINO	106.53	2.74	0.32
AGREGADO GRUESO	141.63	3.48	0.39
AGUA	25.22 Ltros.	25.22 Ltros.	0.18

**Fuente:** Diseño de Mezclas

Para mayor referencia se expone el diseño de mezcla en el Anexo 6

### 3.2.1.7.1.2 ELABORACIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO

En base a la dosificación se elabora testigos de concreto los cuales se elaboraron siguiendo las normas ASTM C-31 y también detallado en el marco teórico de la presente investigación.



**Figura 19:** Elaboración de testigos de concreto

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo



**Figura 20:** Testigos de concreto

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

### 3.2.1.7.1.3 RUPTURA DE TESTIGOS Y COMPARACIÓN

Los testigos realizados en que suman son un total de 3 testigos fueron sometidos a la etapa de ruptura realizado en el laboratorio de Construcciones perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNA Puno, en donde se procedió a su ruptura, en presencia del Presidente del jurado calificador de la presente investigación; no sin antes haber realizado el ensayo con el esclerómetro siguiendo las recomendaciones de la norma UNE-EN-12504-2.



**Figura 21:** Testigos de concreto a ser rotos  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo



**Figura 22:** Rotura de testigos de concreto con fines de contrastación  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Los registros de la ruptura y los resultados se pueden apreciar en el Anexo 7

### 3.2.1.7.1.4 COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE ENSAYO DIRECTOS E INDIRECTOS

A continuación de muestra los resultados tanto del ensayo esclerómetro y de los ensayos a compresión uniaxial.

- **Ensayo de índice de rebote**

**Tabla 19:** Resultados del EIR

Nº	MEDICIONES									RESISTENCIA (KG/CM2)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	20	20	21	21	18	24	19	18	19	161.16
2	21	19	22	22	22	20	21	24	18	168.30
3	17	18	21	19	19	18	18	20	21	144.82
										<b>158.09</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Prosiguiendo calculamos los factores de corrección que afectan estas mediciones como lo es el factor de corrección por representatividad.

- **Correcciones del ensayo de índice de rebote**

Para dichos fines recurrimos a lo expresado en el marco teórico de la presente investigación Factor de representatividad. En la cual se obtiene el factor que afecta al EIR en contraste con el ECA, cabe resaltar que no se afecta correcciones por carbonatación, puesto que esta solo se da cuando el concreto está expuesto a la intemperie por largos periodos de tiempo, años para ser exactos.

**Tabla 20:** Correcciones del EIR

RESISTENCIA (kg/cm2)	F. C. POR REPRESENTATIVIDAD	RESISTENCIA FINAL (kg/cm2)
161.16	0.81	130.53
168.30	0.81	136.32
144.82	0.81	117.30
<b>PROMEDIO</b>		<b>128.05</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Se tiene una resistencia promedio de 128.05 kg/cm2 esto según el EIR.

- **Ensayo a compresión uniaxial**

De la rotura de los testigos de concreto se obtiene los siguientes resultados, para más detalle de estos ver Anexo 7.

**Tabla 21:** Resultados del ECA

Nº	LECTURA (kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	24,990	183	136
2	23,380	184	127
3	24.820	184	135
<b>PROMEDIO</b>			<b>132.67</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

- **Comparación de los resultados de los EIR y ECA**

Procedemos a la comparación de los resultados en las tablas 20 y 21:

**Tabla 22:** Comparación del EIR y el ECA

RESISTENCIA EIR (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA ECA (kg/cm <sup>2</sup> )	VARIACIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	VARIACIÓN (%)
130.53	136.00	-5.50	-4.04
136.32	127.00	+9.30	+7.32
117.30	135.00	-17.70	-13.11
<b>PROMEDIO (%)</b>			<b>-3.27</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Se observa una variación promedio de 3.27% y una desviación estándar calculada de 11.39 lo cual está dentro del rango considerado aceptable, Bungey indica que incluso en los ensayos de laboratorio se aprecia una variación de  $\pm 15\%$  en el valor de la resistencia en mezclas iguales (como cita Carlos Fernández, 2014)

Teniendo en cuenta la naturaleza del EIR y la los márgenes que maneja la prensa de rotura de los testigos certificación que se muestra en el Anexo 7.



### 3.2.1.7.2 CONTRASTACIÓN MEDIANTE EXTRACCIONES DIAMANTINAS

#### 3.2.1.7.2.1 EXTRACCIÓN DIAMANTINA

Las muestras se extrajeron de concreto estructural perteneciente a un elemento horizontal, el cual tiene varios años, este elemento fue elegido puesto que en efecto es concreto estructural y por su facilidad de muestreo, la extracción se realizó mediante un equipo rotativo provisto de una broca tubular diamantada de 4 pulgadas de diámetro, perteneciente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNA Puno.

Previo a la extracción se realizó el EIR en los puntos a ser ensayados, para ello se realizó el trazado sobre el elemento de una grilla de 3x3 en donde se realizó las 9 mediciones, posterior a ello se extrajo la muestra de la parte central del trazado de la grilla, además de otros preparativos necesarios, las cuales una vez extraídas tenían dimensiones cilíndricas de 10 x 20cm.



**Figura 23:** Extracción de muestras con perforadora diamantina  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

### 3.2.1.7.2.2 ROTURA Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE MUESTRAS DIAMANTINAS

Posterior a la extracción de las muestras se procedió a su rotura en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la UNA.



**Figura 24:** Rotura de muestras  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

- **Ensayo de índice de rebote**

**Tabla 23:** Resultados del EIR

Nº	MEDICIONES									RESISTENCIA (KG/CM2)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	42	41	44	44	40	38	41	41	42	509.85
2	34	32	42	38	37	38	41	36	40	428.28
3	38	33	36	39	37	36	43	41	38	429.30
										<b>455.81</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Proseguido calculamos los factores de corrección que afectan estas mediciones como lo es el factor de corrección por carbonatación.



- **Correcciones del ensayo de índice de rebote**

Como se vio en el marco teórico de la presente investigación. En la cual se expresan los factores que afectan al EIR en contraste con una resultados reales en este caso solo se hace presente el factor es el factor de corrección por carbonatación, esto debido a que el concreto de donde se extrajo la muestra es antiguo, de acuerdo a una indagación de su antigüedad se sabe que tiene una antigüedad de mayor a 15 años además se pudo observar que está expuesto a la humedad del suelo, es por ello que se le considera una carbonatación profunda de más de 6 cm referirse a la tabla 16.

**Tabla 24:** Correcciones del EIR

<b>RESISTENCIA (kg/cm2)</b>	<b>F. C. POR CARBONATACION</b>	<b>RESISTENCIA FINAL (kg/cm2)</b>
509.85	0.62	316.11
428.28	0.62	265.53
429.30	0.62	266.17
<b>PROMEDIO</b>		<b>282.60</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Se tiene una resistencia promedio de 282.60 kg/cm2 esto según el EIR.

- **Ensayo a compresión uniaxial de muestras extraídas con extractor de muestras diamantada.**

De la ruptura de las muestras de concreto se obtiene los siguientes resultados, para más detalle de estos ver Anexo 8.

**Tabla 25:** Resultados del ECA

<b>Nº</b>	<b>LECTURA (kg)</b>	<b>AREA (cm2)</b>	<b>RESISTENCIA (kg/cm2)</b>
1	24,990	183	280
2	23,380	184	252
3	24.820	184	262
<b>PROMEDIO</b>			<b>264.67</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

- **Comparación de los resultados de los EIR y muestras extraídas diamánticas**

Procedemos a la comparación de los resultados en las tablas 24 y 25:

**Tabla 26:** Comparación del EIR y el ECA

<b>RESISTENCIA EIR (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA DIAMANTINA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>VARIACIÓN (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>VARIACIÓN (%)</b>
316.11	280	+36.11	+11.42
265.53	252	+13.53	+5.09
266.17	262	+4.17	+1.56
<b>PROMEDIO (%)</b>			<b>+6.03</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Se observa una variación de 6.03% y una desviación estándar de 4.99 lo cual está dentro del rango considerado aceptable, teniendo en cuenta la naturaleza del EIR, lo vertido por otros investigadores y la los márgenes que maneja la prensa de ruptura de los testigos.

En resumen, se considera que el esclerómetro (modelo HT225), equipo base de la presente investigación, garantiza su confiabilidad en base a las presentes comparaciones de resultados.

### **3.2.1.7.3 MUESTRAS DE CONTRASTE EN EL TRASCURSO DE LAS MEDICIONES**

Durante el proceso de recolección de datos que duro durante el las fechas 27 de julio al 20 de octubre del 2018, con el fin de tener la certeza de las mediciones y de la veracidad de estas es que se procedió a la realización del ensayo, en diferentes fechas que abarcan el rango de fechas de muestreo, este ensayo se hacía en una columna de fácil acceso al investigador la misma que cumplía con las recomendaciones y normas que garantizan la confiabilidad del ensayo, en ese marco se realizó este procedimiento en 6 ocasiones, de acuerdo al procedimiento adoptado que se verá posteriormente, a continuación se muestran los resultado de dichos ensayos.

**Tabla 27:** Contraste a lo largo de las mediciones

FECHA	LECTURAS									PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
09-sep	34	36	33	38	39	33	36	38	33	35.56
14-oct	34	36	40	34	39	40	35	33	39	36.67
16-sep	34	41	32	39	45	36	35	32	39	37.00
20-oct	32	32	33	41	35	38	38	31	34	34.89
23-sep	39	31	31	39	42	39	34	34	41	36.67
29-sep	32	31	33	47	36	36	36	33	36	35.56
MÁXIMO										37.00
MÍNIMO										34.89
<b>VARIACIÓN MÁXIMA (%)</b>										<b>6.05</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

De estos resultados se puede observar que no se presentan variaciones importantes en el transcurso de periodo que abarca la totalidad de datos recolectados esta variación no supera el 15% el máximo error tolerable, en consecuencia se tiene la certeza que los datos mostrados en el presente investigación son confiables en su contratación con la realidad, afirmación apoyada también en el certificado de calibración del equipo además del certificado de calidad del mismo y comparación con otros ensayos destructivos.

### 3.3 OTROS INSTRUMENTOS NECESARIOS

- **CÁMARA FOTOGRÁFICA O EQUIVALENTE:** Con la ayuda de este instrumento o actualmente con celulares de gran versatilidad los cuales han reemplazado a este instrumento de recolección de datos visuales a través de imágenes fotostáticas de un aspecto o entorno de interés, para el caso de la presente investigación la recolección de este tipo de datos se hizo mediante el empleo de un celular.
- **VIDEO GRABADORA O EQUIVALENTE:** el video grabador es un equipo que al igual que la cámara fotográfica almacena aspectos de la realidad, con la diferencia que las video grabadoras almacena videos completos los cuales captan la realidad local. Para la presente investigación se usó en su reemplazo un celular

que cumplía las necesidades de facilidad en los trabajos de recolección de datos como también poder ser contrastadas y verificadas.

- **MAPAS DIGITALES:** los planos digitales son representaciones visuales de aspectos de la realidad local, expresada en estas características de interés, sean estas calles, avenidas, cuadras entre otros elementos que en conjunto generan una compleja caracterización del terreno, los cuales son solo ayudan en la ubicación de puntos de interés sino como ayuda en términos de ubicación del usuario. En la presente investigación se tomó herramientas digitales como lo son los planos digitales, los cuales facilitan la ubicación en tiempo real, en así que se usó la aplicación Google Maps. Software que facilito enormemente los trabajos de localización.

### **3.4 METODOLOGÍA Y RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.4.1 METODOLOGÍA DEL MUESTREO**

El muestreo se realizó las recomendaciones de las normas ASTM C805 y la norma UNE-E-12504-2 siendo esta última en la que se basa el muestreo adoptado a la cual se sumó las recomendaciones del Fabricante ya vistas con anterioridad. Es en la confluencia de la norma UNE-E-12504-2 y las recomendaciones del fabricante del equipo que se procedió al muestreo.

Se optó por la norma UNE-E-12504-2 Sobre la norma ASTM C805, debido a facilidad de muestreo debido a que la norma ASTM C805 exige un mínimo de 10 muestreos mientras que la norma UNE-E-12504-2 basa sus resultados en 9 determinaciones. Es propicio aclarar que esta diferencia de una mención no generaría variación significativa, puesto que como se dijo anteriormente y se recalca, la presente investigación busca datos representativos del concreto en la ciudad Puneña, no datos particulares para cada vivienda, siendo estos referenciales. Esto debido a los factores de corrección que se tomaron, generales para todas las muestras.

#### **3.4.2 MUESTREO**

El muestreo se realizó durante horas del día generalmente comprendida entre las 8:00 hrs y las 17:30 hrs, en días despejados y exentos de presencia de lluvias, garantizando así subestimaciones por humedad superficial, estos días fueron en el periodo comprendido entre el 27 de julio y el 20 de octubre del 2018, los equipos necesarios estaba compuesto

por el esclerómetro (modelo HT225) un equipo móvil que cumplía las funciones de cámara fotográfica, grabadora y plano digital.

Previo al inicio de la jornada de recolección se procedía al ensayo en una columna de fácil acceso al investigador con fines de contrastación en el tiempo, posterior a ello se transitaba por la vías de la ciudad Puneña a fin de buscar puntos idóneos para la medición, esta idoneidad estaba representada por el cumplimiento de las recomendaciones de la norma UNE-E-12504-2 como una superficie encofrada y limpia, una área mínima de 15x15cm, Sin ningún tipo de recibimiento como tarrajeos o pinturas además de otros condicionantes como son accesibilidad desde la vía pública, fácil acceso, inocuidad en el entorno hacia el investigador y evitando generar importen distanciamiento entre viviendas ensayadas.

Una vez definida la vivienda a ser objeto de ensayo se tomaba imagen foto estática de la vivienda con fines de registro, posterior a ello se procedía a dar cuenta de los habitantes del ensayo a llevarse a cabo, posteriormente con la autorización y conocimiento de los residentes se precedía al ensayo, en caso no hubiera respuesta a las reiterados intentos de interacción con los residentes de la vivienda, de igual forma se precedía a la realización del ensayo sabiendas de la inocuidad del ensayo.

El ensayo consistía en 9 mediciones separadas como mínimo 2.5 cm entre puntos medidos, estos datos se registraban en video grabaciones con fines de facilidad y veracidad, puesto que las mediciones se realizaron por el mismo investigador en forma solitaria, las video grabaciones dan cuenta de las 9 mediciones las misma que fueron procesadas posteriormente.



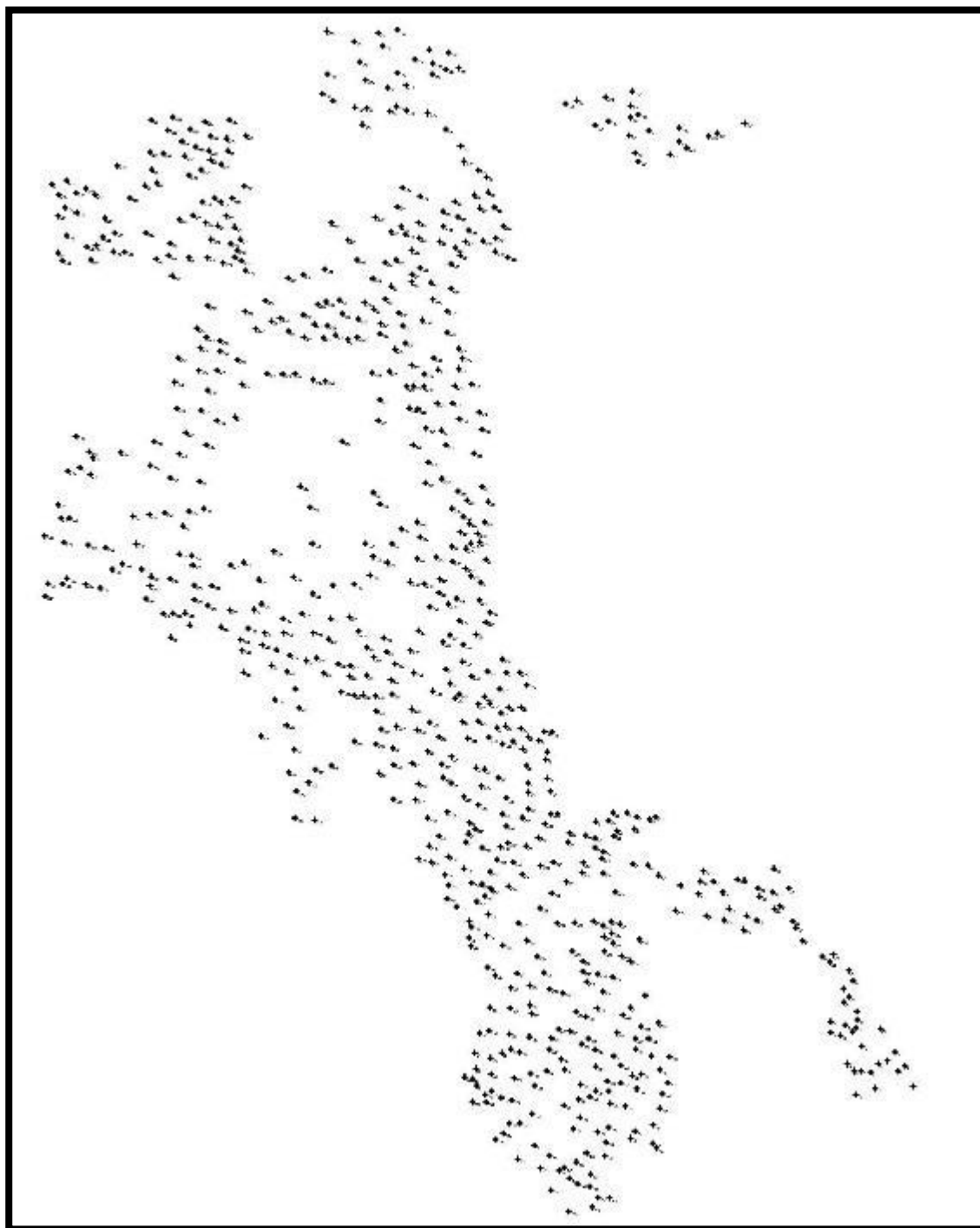
**Figura 25:** Recolección de datos  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

### 3.4.3 CANTIDAD DE MUESTRAS Y RECOLECCIÓN DE DATOS

De esta forma se realizaron un total de 751 ensayos, que comprenden un total de 6,759 mediciones distribuida de manera que se abarca la totalidad de la ciudad puneña

Esta las 751 muestras representan un 2.63% de las viviendas que son construidas por sistemas estructurales compuesto por columnas de concreto armado en la ciudad (censo ,2017).

Estos puntos se muestran a continuación:



**Figura 26:** Datos recolectados

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

La recolección de estos datos se llevó de manera aleatoria respetando lo establecido por la norma UNE-EN-12504-2, las mediciones fueron registradas en video grabación para su procesamiento y a fin de dar credibilidad de la veracidad de las mediciones.



Es importante también aclarar que algunas zonas céntricas de la ciudad de Puno como la Plaza de Armas, Parque Pino, Mercado central, Mercado Bellavista, jr. Lima, jr. Los incas, Av. El Sol, Av. La torre y cercanías presentan mayor acabado en sus edificaciones, acabados como como tarrajeos, pinturas, cerámicos entre otros; los mismos que imposibilitaron la toma de punto en mayores cantidades, es por eso que se observa mayor dispersión de puntos en estas zonas como se puede apreciar en la figura 26.

Los puntos de muestreo y sus ubicaciones se aprecian de mejor manera en los Anexos 10 y 11.

### **3.4.5 PROCESAMIENTO DE DATOS**

#### **3.4.5.1 DATOS BASE**

Los datos recolectados son procesados afines de obtener los resultados deseados, estos datos fueron recolectados a modo de video grabaciones. Las mediciones expresan los valores “R” los mismos que en base a la figura 18 se obtiene los valores en MPa , los mismos que fueron transformados a kg/cm<sup>2</sup>, tienen siempre en cuenta las recomendaciones de la norma UNE-EN-12504-2, que indica que los valores que difieren en más de 6 unidades de la mediana deberán ser anulados y en caso de que hayan más de 2 datos anulados del total de 9, el ensayo de considera invalido es dentro de esta recomendación que se obvia de presente estudio el ensayo numero 88 siendo este el único que no cumple con esta recomendación.

#### **3.4.5.2 DATOS MENORES A LOS RECOMENDADOS**

El esclerómetro usado modelo HT(225) está recomendado para mediciones sobre los 100 kg/cm<sup>2</sup>, y es en ese entender que la figura 18 solo muestra valores de “R” sobre 20 que es el que corresponde a 100 kg/cm<sup>2</sup>, evidenciando este límite, pero durante la recolección de datos se observó mediciones de “R” menores a 20, si bien en cierto el instrumento mide desde valores de “R” de 10, en este margen existe 39 ensayos, los mismos que se pueden apreciar en la tabla 31.

Es por ello que se recurrió a datos de la curva patrón, la misma que se ve en la figura 12. De la cual se generó los valores restantes, haciendo una extrapolación de la curva de la figura 18 para valores de “R” menores de 20, obteniendo para este fin la fórmula que represente la curva descrita.

Mediante un cálculo matemático, a fin de representar la curva patrón por medio de una formula se vio que la curva patrón se torna lineal para valores de R superiores a



33 y teniendo en cuenta que se desea valores menores es que se consideran el rango de 11 a 33.

Teniendo el siguiente procedimiento de cálculo se realizado por regresión cuadrática, siendo este tipo de expresión la que más se ajusta a lo requerido

$$Y = A.X^2 + B.X + C$$

$$\sum Y = A. \sum X^2 + B. \sum X + n.C$$

$$\sum X.Y = A. \sum X^3 + B. \sum X^2 + C. \sum X$$

$$\sum X^2.Y = A. \sum X^4 + B. \sum X^3 + C. \sum X^2$$

Calculando los valores para cada uno

$$n = 14$$

$$\sum Y = 270.6$$

$$\sum X = 371$$

$$\sum X^2 = 10059$$

$$\sum X^3 = 278624$$

$$\sum X^4 = 7869351$$

$$\sum X.Y = 7515$$

$$\sum X^2.Y = 212712.2$$

Reemplazamos en las formulas

$$270.6 = A.10059 + B.371 + 14.C$$

$$7515 = A.278624 + B.10059 + C.371$$

$$212712.2 = A.7869351 + B.278624 + C.10059$$

Resolviendo estas ecuaciones tenemos:

$$A = 0.01675824; B = 0.624341; C = -9.25725$$

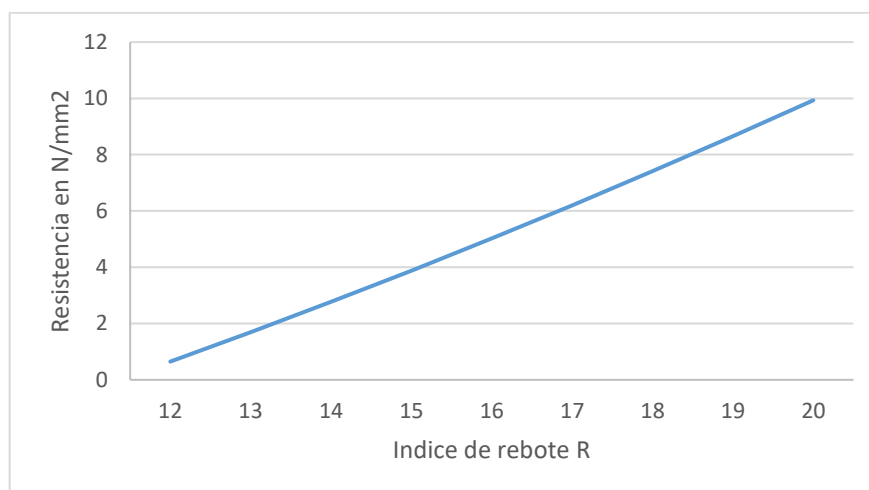
Sabiendo que Y representa el F'c y X el valor de R

TENIENDO LA ECUACION FINAL QUE REPRESENTA A LA CURVA PATRON

$$F'c = 0.01675824.R^2 + 0.624341.R - 9.25725$$

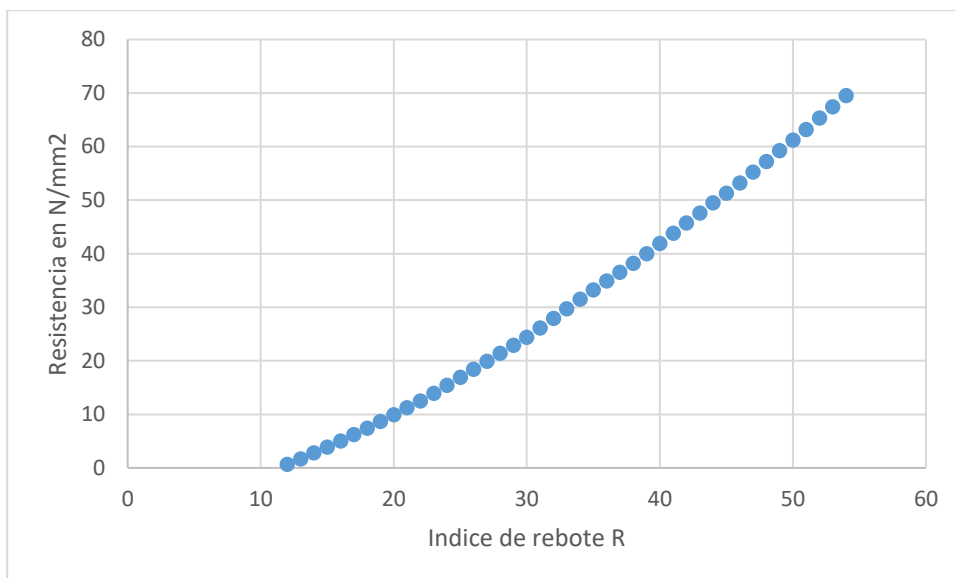
Siendo R: el valores del índice de rebote

es así que tenemos la siguiente grafica



**Figura 27:** Valores "R" vs Resistencia para valores menores  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Finalmente tenemos la curva que abarca todo el rango de las mediciones en valores de índice de rebote "R", gráfico que resulta de la comunión de las figuras 18 y 26 el cual se ve en la figura 28 abarcando mediciones de 12 a 44 en términos del valor de R.



**Figura 28:** Curva completa valor R vs Resistencia

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

Para una mejor comprensión es que se genera la siguiente tabla que expresa los valores de resistencia en kg/cm<sup>2</sup> para cada valore de R del rango de las mediciones

**Tabla 28:** Resistencia para valores de R

RESISTENCIA KG/CM2			
R	Resistencia	R	Resistencia
12	37.32	29	233.51
13	44.76	30	248.81
14	52.21	31	266.14
15	59.86	32	284.50
16	68.63	33	302.85
17	76.07	34	321.21
18	84.94	35	338.54
19	92.89	36	355.88
20	101.97	37	372.19
21	114.21	38	389.53
22	127.46	39	407.88
23	141.74	40	427.25
24	157.03	41	446.63

... continuación

25	172.33	42	466.00
26	187.62	43	485.38
27	202.92	44	504.75
28	218.22	-	-

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

### 3.4.6 FACTORES DE CORRECCIÓN

En el capítulo II se vio a detalle los factores que afectan al EID, los mismos que tuvieron que ser aplicados, afín de obtener resultados reales, este análisis se ve a continuación:

- **Factor de corrección por tipo de cemento**

Este factor no influye de manera significativa en el presente estudio puesto que el cemento usado es el Cemento puzolánico IP para el cual está diseñado el esclerómetro HT(225).

Cabe resaltar que existen varias marcas de cemento IP los cuales monopolizan la construcción de viviendas en la ciudad de Puno.

- **Factor de corrección por contenido de cemento**

Este factor al igual que en el caso anterior no genera variación importen por lo que en el presente estudio no se toma en consideración

- **Factor de corrección por tipo de agregado**

El agregado usado en el contexto puneño es el canto rodado para el cual este factor de corrección es de 1 en consecuencia no genera variación a las medidas tomadas.

- **Factor de corrección por el tipo de superficie**

La superficie de acuerdo a la norma UNE-EN-12504-2 deberá estar libre de cualquier tipo de recubrimiento y suciedad, en ese marco que los puntos de recolección, cumplen con esta recomendación, es importante resalta que este elemento tiene que ser encofrados, y las columnas tienen la particularidad de ser encofradas siempre, con formaletas de madera.

Los puntos en los que se hizo fueron puntos libres de impurezas ya que son elementos expuesto verticales los mismos que se mantienen limpios exponiendo el concreto a elementos que garantizan su limpieza como el viento y lluvia, y según recomendaciones de la norma UNE-EN-12504-2 no es necesario la limpieza en elemento que garanticen su limpieza como las columnas.

En resumen, este factor no afecta la presente investigación.

- **Factor de corrección por edad.**

Este facto corresponde a la edad del concreto, en ese entender tiene gran relación con la carbonatación la misma que corresponde a la edad del concreto expuesto a la atmosfera, es por ello que este factor no se toma en cuenta en la presente investigación.

- **Factor de corrección por carbonatación superficial**

Siendo este uno de los factores más importantes y de mayor repercusión en la obtención de los valores mediante el EID, es que su análisis se hizo mediante poblaciones de viviendas de acuerdo a los censos y a los estudios brindados por investigadores del tema, es ese marco que se realiza las siguientes determinaciones:

De cuerdo ala formula de (Minoru Hamada, 1968)

Tenemos:

De acuerdo a la formula

$$x = k \cdot \sqrt{t}$$

Además:

$$k = R \cdot a$$

$$a = \frac{(w - 0.25)^2}{0.3(1.15 + 3w)}$$

Donde:

$$R = r_c \times r_a \times r_s$$

$$w = \text{relacion } a/c$$

$r_c, r_a, r_s$  Se obtienen a partir de las siguientes tablas

Sabemos que de acuerdo a la tabla 7 la relación aproximada de a/c es de 0.52 para la ciudad de Puno, haciendo uso de este dato y de las tablas 13, 14 y 15 procedemos al reemplazando los valores tenemos que nos dan:

$$a/c = 0.52$$

$$r_c = 1.7$$

$$r_c = 1.0$$

$$r_c = 1.0$$

$$a = 0.896$$

$$k = 0.509$$

Para sacar un promedio de la carbonatación procedemos a los datos de los censos para el tipo de vivienda de estudio expresada en la tabla 8 para estimar la edad de las viviendas de la ciudad de Puno a fin de poder estimar el factor de corrección promedio por carbonatación con ayuda de la tabla 16.

**Tabla 29:** Factor de corrección por carbonatación

AÑO	CANT. VIVIENDAS	VIVIENDAS DE CONSTRUIDAS	AÑOS DE LAS VIVIENDAS	K	PROFUNDIDAD DE CARBONATACIÓN	FC	FC ACUMULADO
1981	3117	3117	37	0.51	3.10	0.78	2431.26
1982	3852	735	36	0.51	3.05	0.80	588.00
1983	4587	735	35	0.51	3.01	0.80	588.00
1984	5322	735	34	0.51	2.97	0.80	588.00
1985	6057	735	33	0.51	2.92	0.80	588.00
1986	6792	735	32	0.51	2.88	0.80	588.00
1987	7527	735	31	0.51	2.83	0.80	588.00
1988	8262	735	30	0.51	2.79	0.80	588.00
1989	8997	735	29	0.51	2.74	0.84	617.40

... continuación

1990	9732	735	28	0.51	2.69	0.84	617.40
1991	10467	735	27	0.51	2.65	0.84	617.40
1992	11202	735	26	0.51	2.60	0.84	617.40
1993	11937	735	25	0.51	2.55	0.84	617.40
1994	12672	735	24	0.51	2.49	0.84	617.40
1995	13407	735	23	0.51	2.44	0.84	617.40
1996	14142	735	22	0.51	2.39	0.84	617.40
1997	14877	735	21	0.51	2.33	0.84	617.40
1998	15612	735	20	0.51	2.28	0.84	617.40
1999	16347	735	19	0.51	2.22	0.87	639.45
2000	17082	735	18	0.51	2.16	0.87	639.45
2001	17817	735	17	0.51	2.10	0.87	639.45
2002	18552	735	16	0.51	2.04	0.87	639.45
2003	19287	735	15	0.51	1.97	0.87	639.45
2004	20022	735	14	0.51	1.90	0.87	639.45
2005	20756	734	13	0.51	1.84	0.87	638.58
2006	22070	1314	12	0.51	1.76	0.87	1143.18
2007	23384	1314	11	0.51	1.69	0.90	1182.60
2008	23901	517	10	0.51	1.61	0.90	465.30
2009	24418	517	9	0.51	1.53	0.90	465.30
2010	24935	517	8	0.51	1.44	0.90	465.30
2011	25452	517	7	0.51	1.35	0.90	465.30
2012	25969	517	6	0.51	1.25	0.94	485.98
2013	26486	517	5	0.51	1.14	0.94	485.98
2014	27003	517	4	0.51	1.02	0.94	485.98
2015	27520	517	3	0.51	0.88	0.94	485.98
2016	28037	517	2	0.51	0.72	0.97	501.49
2017	28554	517	1	0.51	0.51	0.97	501.49
<b>FACTOR DE CARBONATACIÓN PROMEDIO</b>							<b>0.852084</b>

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

- **Factor de corrección por humedad**

Este factor no cobra relevancia debido a que la recolección de muestras se realizó durante horas del día en las que no se había precipitaciones pluviales ni tampoco las hubo por lo menos entre las 48 horas previas a la recolección de datos, puesto que dicha recolección se hizo durante la temporada seca.

En resumen, este factor no afecta el presente estudio

- **Factor de corrección por temperatura**

Este no se presenta con tal, sino como una limitante del estudio que restringe al uso del martillo a temperaturas que oscilen entre los 10 C° y los 35 C°, condición que la ciudad de Puno cumple en las horas del día.

- **Factor de corrección por representatividad**

Este factor solo se usa para contrastar el ensayo con otros ensayos, en base a unos testigos de concreto, en consecuencia, no afecta a los datos recolectados en campo.

- **Factor de forma y textura de la superficie**

Siendo otro factor de gran importancia este factor como ya se dijo obedece al material que se empleó en los encofrados de los elementos estructurales de estudio, como se ve en nuestro medio es común el empleo de madera para los encofrados, es por ello que se genera el presente factor de corrección, el mismo que analizamos a continuación:

En base a la figura 12 obtenemos lo FC para los datos entre los rangos que abarca la totalidad de muestras

**Tabla 30:** Factores de corrección por textura de la superficie

VALOR R	MATERIAL MADERA	CURVA	
		PATRÓN	FC
12	24.8	41.5	0.598
13	29.7	49.8	0.596
14	34.7	58.1	0.597



... continuación

15	39.7	66.6	0.596
16	47	76.4	0.615
17	53.7	84.7	0.634
18	60.8	94.5	0.643
19	67.9	103.4	0.657
20	76.1	113.5	0.670
21	84.1	124.5	0.676
22	93.8	136.2	0.689
23	102.4	146.3	0.700
24	111.8	157.8	0.708
25	120.5	169	0.713
26	130.8	181.7	0.720
27	140	193.2	0.725
28	152.3	206.8	0.736
29	162.1	219.8	0.737
30	174.1	232	0.750
31	186.1	244.2	0.762
32	198.1	256.4	0.773
33	210.1	268.6	0.782
34	222.1	280.8	0.791
35	234.1	293	0.799
36	246.1	305.2	0.806
37	258.1	317.4	0.813
38	270.1	329.6	0.819
39	282.1	341.8	0.825
40	294.1	354	0.831
41	306.1	366.2	0.836
42	318.1	378.4	0.841
43	330.1	390.6	0.845
44	342.1	402.8	0.849

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

El FC por material se obtiene de la división entre los valores de la curva patrón entre los del material de madera.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

En el presente capítulo se muestra los resultados producto de la recolección de datos y su posterior tratamiento en gabinete, tratamiento que consistió en la aplicación de factores de corrección que garantizan que los datos son reales.

Para lo cual se aclara que los datos en a la tabla 31 son datos procesados de acuerdo a los factores de corrección por carbonatación y textura de la superficie, además no se discrimina los valores que en sus determinaciones de “R” fueron menores de 20, situación que se explicó con anterioridad.

Se presenta 751 muestras como base para el logro de los objetivos de la presente investigación, estos datos se sustentan en tanto a su veracidad en información video gráfica y fotográfica esta última se puede apreciar en el Anexo 9 mientras que el plano de ubicación de los puntos de ensayo se muestra en el Anexo 10 en donde se aprecia tanto la ubicación en el mapa catastral de la ciudad de Puno, como también el sector de la ciudad al que pertenecen

La tabla 31 muestra que el 82.26% de las determinaciones de resistencia no supera los 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual presenta una sintomatología grave.

**Tabla 31:** Procesamiento de datos

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>1</b>	34	31	34	36	34	31	33	28	32	33	SI	295.26	0.84	0.78	<b>194.09</b>
<b>2</b>	24	27	24	28	22	28	24	25	23	24	SI	172.44	0.84	0.71	<b>102.68</b>
<b>3</b>	33	32	31	30	32	31	32	31	31	31	SI	274.41	0.84	0.76	<b>175.75</b>
<b>4</b>	30	35	35	30	30	36	30	26	31	30	SI	275.77	0.84	0.75	<b>173.92</b>
<b>5</b>	30	29	32	30	28	29	25	30	28	29	SI	234.08	0.84	0.74	<b>145.08</b>
<b>6</b>	22	27	26	26	26	26	25	25	24	26	SI	175.84	0.84	0.72	<b>106.38</b>
<b>7</b>	33	33	43	34	35	38	38	36	36	36	SI	344.53	0.84	0.81	<b>233.48</b>
<b>8</b>	32	33	34	33	34	33	35	33	35	33	SI	312.82	0.84	0.78	<b>205.64</b>
<b>9</b>	27	25	26	27	26	29	28	27	30	27	SI	206.32	0.84	0.72	<b>125.65</b>
<b>10</b>	26	25	24	25	24	25	23	23	24	24	SI	162.13	0.84	0.71	<b>96.54</b>
<b>11</b>	36	32	31	32	39	31	37	37	32	32	SI	310.75	0.84	0.77	<b>201.78</b>
<b>12</b>	24	21	24	21	19	26	26	20	24	24	SI	147.09	0.84	0.71	<b>87.58</b>
<b>13</b>	26	21	26	26	25	26	26	30	28	26	SI	187.96	0.84	0.72	<b>113.71</b>
<b>14</b>	38	34	37	32	37	37	28	34	35	35	SI	346.44	0.84	0.80	<b>232.62</b>
<b>15</b>	24	25	27	25	25	24	25	25	24	25	SI	170.63	0.84	0.71	<b>102.24</b>
<b>16</b>	33	33	37	33	36	34	38	34	36	34	SI	336.05	0.84	0.79	<b>223.38</b>
<b>17</b>	35	35	36	35	33	37	32	34	37	35	SI	336.05	0.84	0.80	<b>225.64</b>
<b>18</b>	29	28	26	35	28	30	30	29	29	29	SI	240.08	0.84	0.74	<b>148.80</b>
<b>19</b>	24	23	25	26	29	28	24	21	24	24	SI	170.97	0.84	0.71	<b>101.80</b>
<b>20</b>	30	33	33	33	36	34	35	31	30	33	SI	298.66	0.84	0.78	<b>196.33</b>
<b>21</b>	13	14	15	17	15	15	17	16	16	15	SI	62.88	0.85	0.60	<b>31.94</b>
<b>22</b>	28	30	34	31	30	30	30	31	30	30	SI	257.30	0.84	0.75	<b>162.27</b>
<b>23</b>	37	34	38	36	37	38	36	34	40	37	SI	367.21	0.84	0.81	<b>250.94</b>
<b>24</b>	29	32	28	26	30	27	28	32	26	28	SI	229.55	0.84	0.74	<b>142.07</b>
<b>25</b>	29	31	30	27	27	28	28	26	29	28	SI	223.54	0.84	0.74	<b>138.35</b>
<b>26</b>	25	26	27	24	24	27	22	22	22	24	SI	162.47	0.84	0.71	<b>96.74</b>
<b>27</b>	27	23	19	27	22	16	29	22	16	22	SI	129.08	0.85	0.69	<b>75.75</b>
<b>28</b>	26	25	26	17	25	26	25	25	28	25	SI	183.80	0.85	0.71	<b>111.67</b>
<b>29</b>	34	34	34	32	32	32	33	30	35	33	SI	300.81	0.85	0.78	<b>200.49</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>30</b>	31	31	31	30	39	29	28	31	31	31	SI	253.91	0.85	0.76	<b>164.88</b>
<b>31</b>	34	30	33	31	32	36	34	30	35	33	SI	298.66	0.85	0.78	<b>199.06</b>
<b>32</b>	32	31	29	30	32	30	33	32	31	31	SI	268.86	0.85	0.76	<b>174.59</b>
<b>33</b>	20	21	21	22	22	22	26	22	17	22	SI	122.66	0.85	0.69	<b>71.98</b>
<b>34</b>	40	43	40	39	39	40	38	38	47	40	SI	420.24	0.85	0.83	<b>297.49</b>
<b>35</b>	25	25	23	25	24	26	24	25	21	25	SI	160.77	0.85	0.71	<b>97.68</b>
<b>36</b>	27	30	28	27	29	28	28	26	27	28	SI	214.82	0.85	0.74	<b>134.80</b>
<b>37</b>	31	34	34	38	32	37	37	36	33	34	SI	331.74	0.85	0.79	<b>223.58</b>
<b>38</b>	23	21	18	24	21	21	23	21	25	21	SI	128.29	0.85	0.68	<b>73.84</b>
<b>39</b>	29	26	25	26	29	27	23	25	26	26	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.17</b>
<b>40</b>	36	39	38	39	36	41	41	37	37	38	SI	394.96	0.85	0.82	<b>275.79</b>
<b>41</b>	22	21	26	21	20	22	19	18	20	21	SI	116.97	0.85	0.68	<b>67.33</b>
<b>42</b>	37	41	39	34	37	39	35	39	40	39	SI	389.07	0.85	0.83	<b>273.62</b>
<b>43</b>	29	27	28	27	26	22	30	26	26	27	SI	199.63	0.85	0.72	<b>123.26</b>
<b>44</b>	31	28	34	32	33	30	31	30	36	31	SI	279.17	0.85	0.76	<b>181.28</b>
<b>45</b>	29	32	38	34	32	31	28	31	35	32	SI	289.14	0.85	0.77	<b>190.35</b>
<b>46</b>	25	26	34	24	25	26	22	24	29	25	SI	174.37	0.85	0.71	<b>105.94</b>
<b>47</b>	30	30	30	31	31	31	30	29	28	30	SI	249.49	0.85	0.75	<b>159.53</b>
<b>48</b>	22	23	23	20	23	23	15	17	20	22	SI	121.80	0.85	0.69	<b>71.48</b>
<b>49</b>	31	22	20	31	32	29	30	30	29	30	SI	254.49	0.85	0.75	<b>162.73</b>
<b>50</b>	31	29	28	32	33	29	33	31	31	31	SI	263.76	0.85	0.76	<b>171.28</b>
<b>51</b>	25	28	25	26	24	23	21	22	25	25	SI	162.59	0.85	0.71	<b>98.78</b>
<b>52</b>	37	33	34	37	31	39	39	36	43	37	SI	365.73	0.85	0.81	<b>253.41</b>
<b>53</b>	30	35	31	29	33	32	28	34	34	32	SI	281.66	0.85	0.77	<b>185.43</b>
<b>54</b>	29	29	30	28	30	27	27	31	28	29	SI	230.34	0.85	0.74	<b>144.75</b>
<b>55</b>	38	46	36	39	44	39	37	38	34	38	SI	393.60	0.85	0.82	<b>274.84</b>
<b>56</b>	27	29	28	27	29	28	26	29	27	28	SI	214.82	0.85	0.74	<b>134.80</b>
<b>57</b>	30	33	24	27	35	29	28	26	24	28	SI	213.50	0.85	0.74	<b>133.98</b>
<b>58</b>	32	30	30	29	34	37	29	30	31	30	SI	260.66	0.85	0.75	<b>166.67</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>59</b>	26	25	28	25	25	26	26	26	26	26	SI	185.93	0.85	0.72	<b>114.04</b>
<b>60</b>	30	30	37	35	35	32	30	30	39	32	SI	291.12	0.85	0.77	<b>191.66</b>
<b>61</b>	29	25	32	29	27	28	27	25	26	27	SI	211.98	0.85	0.72	<b>130.89</b>
<b>62</b>	24	22	21	24	22	24	23	21	21	22	SI	134.49	0.85	0.69	<b>78.92</b>
<b>63</b>	32	35	30	34	37	34	31	32	32	32	SI	302.40	0.85	0.77	<b>199.08</b>
<b>64</b>	20	23	25	20	23	23	20	23	22	23	SI	130.30	0.85	0.70	<b>77.71</b>
<b>65</b>	28	28	26	28	27	26	27	28	27	27	SI	206.32	0.85	0.72	<b>127.39</b>
<b>66</b>	37	34	35	39	34	35	37	34	35	35	SI	347.94	0.85	0.80	<b>236.88</b>
<b>67</b>	26	24	21	22	20	24	23	24	25	24	SI	146.27	0.85	0.71	<b>88.30</b>
<b>68</b>	23	27	20	25	24	19	25	26	25	25	SI	155.69	0.85	0.71	<b>94.59</b>
<b>69</b>	29	24	22	14	26	24	26	30	27	26	SI	187.75	0.85	0.72	<b>115.17</b>
<b>70</b>	35	31	30	32	41	40	33	35	39	35	SI	340.13	0.85	0.80	<b>231.56</b>
<b>71</b>	26	27	22	23	24	24	25	26	26	25	SI	169.04	0.85	0.71	<b>102.70</b>
<b>72</b>	23	19	18	20	20	18	21	20	18	20	SI	101.06	0.85	0.67	<b>57.74</b>
<b>73</b>	28	28	29	32	32	30	29	34	30	30	SI	254.59	0.85	0.75	<b>162.79</b>
<b>74</b>	31	30	29	30	29	31	29	35	38	30	SI	258.62	0.85	0.75	<b>165.37</b>
<b>75</b>	35	34	34	34	34	34	33	31	30	34	SI	306.93	0.85	0.79	<b>206.86</b>
<b>76</b>	23	25	27	22	25	26	24	29	26	25	SI	175.84	0.85	0.71	<b>106.83</b>
<b>77</b>	18	16	19	15	15	16	18	16	17	16	SI	73.83	0.85	0.62	<b>38.70</b>
<b>78</b>	16	15	19	20	21	19	20	18	22	19	SI	93.87	0.85	0.66	<b>52.52</b>
<b>79</b>	27	29	27	26	27	24	30	28	29	27	SI	209.72	0.85	0.72	<b>129.49</b>
<b>80</b>	33	32	33	27	30	29	30	30	30	30	SI	257.98	0.85	0.75	<b>164.96</b>
<b>81</b>	29	31	32	30	32	30	31	35	31	31	SI	270.79	0.85	0.76	<b>175.84</b>
<b>82</b>	25	21	20	32	18	20	17	25	20	20	SI	115.72	0.85	0.67	<b>66.11</b>
<b>83</b>	26	24	25	26	24	25	26	24	26	25	SI	174.03	0.85	0.71	<b>105.73</b>
<b>84</b>	31	29	28	32	30	30	30	29	27	30	SI	242.80	0.85	0.75	<b>155.25</b>
<b>85</b>	29	32	30	30	31	27	29	31	30	30	SI	248.13	0.85	0.75	<b>158.66</b>
<b>86</b>	34	29	31	32	30	30	35	29	29	30	SI	267.61	0.85	0.75	<b>171.12</b>
<b>87</b>	32	31	30	31	32	31	30	31	34	31	SI	272.49	0.85	0.76	<b>176.94</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>88</b>	46	25	50	36	40	38	39	39	50	39	NO	-	-	-	-
<b>89</b>	28	27	29	25	25	26	23	26	23	26	SI	184.23	0.85	0.72	<b>113.00</b>
<b>90</b>	30	31	28	31	32	25	29	30	34	30	SI	251.07	0.85	0.75	<b>160.54</b>
<b>91</b>	23	27	25	24	28	32	26	26	26	26	SI	193.29	0.85	0.72	<b>118.56</b>
<b>92</b>	20	22	24	23	25	26	22	26	27	24	SI	156.24	0.85	0.71	<b>94.32</b>
<b>93</b>	35	31	31	32	35	32	33	31	31	32	SI	290.39	0.85	0.77	<b>191.17</b>
<b>94</b>	25	25	24	24	27	25	25	26	28	25	SI	179.13	0.85	0.71	<b>108.83</b>
<b>95</b>	34	34	36	38	35	33	32	34	33	34	SI	326.42	0.85	0.79	<b>219.99</b>
<b>96</b>	27	26	28	26	27	28	27	26	27	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>97</b>	14	15	15	15	16	15	14	14	15	15	SI	58.28	0.85	0.60	<b>29.60</b>
<b>98</b>	29	29	29	32	30	29	31	31	30	30	SI	249.83	0.85	0.75	<b>159.75</b>
<b>99</b>	19	17	19	16	19	18	18	18	18	18	SI	84.79	0.85	0.64	<b>46.49</b>
<b>100</b>	30	30	30	30	28	30	29	28	34	30	SI	248.35	0.85	0.75	<b>158.80</b>
<b>101</b>	26	27	26	24	25	23	25	24	26	25	SI	174.03	0.85	0.71	<b>105.73</b>
<b>102</b>	30	29	26	32	29	27	29	27	30	29	SI	230.68	0.85	0.74	<b>144.96</b>
<b>103</b>	22	24	27	24	26	24	20	25	25	24	SI	159.53	0.85	0.71	<b>96.31</b>
<b>104</b>	27	27	26	27	27	26	26	25	26	26	SI	192.72	0.85	0.72	<b>118.21</b>
<b>105</b>	38	36	30	34	34	35	34	30	30	34	SI	310.44	0.85	0.79	<b>209.23</b>
<b>106</b>	33	32	30	26	34	31	30	31	31	31	SI	265.80	0.85	0.76	<b>172.60</b>
<b>107</b>	26	24	27	25	27	25	26	26	26	26	SI	184.23	0.85	0.72	<b>113.00</b>
<b>108</b>	32	28	28	31	29	28	30	30	30	30	SI	242.80	0.85	0.75	<b>155.25</b>
<b>109</b>	20	21	22	21	21	22	20	20	26	21	SI	121.23	0.85	0.68	<b>69.78</b>
<b>110</b>	27	28	26	25	27	24	27	27	27	27	SI	194.42	0.85	0.72	<b>120.05</b>
<b>111</b>	29	24	28	31	31	33	30	31	29	30	SI	243.60	0.85	0.75	<b>155.76</b>
<b>112</b>	20	22	24	21	24	25	26	27	29	24	SI	161.57	0.85	0.71	<b>97.54</b>
<b>113</b>	40	36	39	35	35	38	38	39	39	38	SI	384.77	0.85	0.82	<b>268.67</b>
<b>114</b>	30	30	29	29	29	30	29	30	31	30	SI	243.93	0.85	0.75	<b>155.98</b>
<b>115</b>	24	23	23	21	27	23	24	18	18	23	SI	136.25	0.85	0.70	<b>81.26</b>
<b>116</b>	16	22	21	20	14	19	15	23	17	19	SI	92.78	0.85	0.66	<b>51.91</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>117</b>	30	29	32	30	30	28	30	34	33	30	SI	261.72	0.85	0.75	<b>167.35</b>
<b>118</b>	19	20	25	18	21	20	19	21	20	20	SI	108.60	0.85	0.67	<b>62.04</b>
<b>119</b>	25	23	24	24	22	27	25	25	25	25	SI	163.95	0.85	0.71	<b>99.61</b>
<b>120</b>	28	29	29	29	30	27	26	29	32	29	SI	230.68	0.85	0.74	<b>144.96</b>
<b>121</b>	31	29	28	31	28	29	32	29	28	29	SI	241.33	0.85	0.74	<b>151.65</b>
<b>122</b>	29	30	30	31	30	27	30	31	26	30	SI	239.06	0.85	0.75	<b>152.86</b>
<b>123</b>	17	19	18	15	17	18	16	18	17	17	SI	78.27	0.85	0.63	<b>42.28</b>
<b>124</b>	33	32	34	34	36	32	34	37	31	34	SI	314.41	0.85	0.79	<b>211.90</b>
<b>125</b>	34	32	35	30	30	30	35	30	33	32	SI	286.76	0.85	0.77	<b>188.79</b>
<b>126</b>	27	28	28	28	29	32	27	27	29	28	SI	223.88	0.85	0.74	<b>140.49</b>
<b>127</b>	29	27	27	28	26	27	28	28	28	28	SI	211.42	0.85	0.74	<b>132.67</b>
<b>128</b>	29	32	31	32	32	33	31	29	30	31	SI	267.16	0.85	0.76	<b>173.48</b>
<b>129</b>	27	28	29	29	30	29	27	29	26	29	SI	221.61	0.85	0.74	<b>139.26</b>
<b>130</b>	30	30	30	30	30	33	32	27	33	30	SI	259.68	0.85	0.75	<b>166.05</b>
<b>131</b>	29	31	27	25	25	26	25	26	29	26	SI	203.15	0.85	0.72	<b>124.61</b>
<b>132</b>	34	35	34	38	32	29	31	34	34	34	SI	310.78	0.85	0.79	<b>209.45</b>
<b>133</b>	28	30	27	28	26	29	29	28	26	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>134</b>	24	26	25	26	27	28	30	25	28	26	SI	196.12	0.85	0.72	<b>120.30</b>
<b>135</b>	28	28	28	28	29	28	29	28	26	28	SI	218.22	0.85	0.74	<b>136.94</b>
<b>136</b>	35	37	34	36	34	35	38	33	33	35	SI	338.09	0.85	0.80	<b>230.17</b>
<b>137</b>	25	24	26	24	24	23	26	26	26	25	SI	170.63	0.85	0.71	<b>103.67</b>
<b>138</b>	30	29	27	27	31	29	30	28	27	29	SI	228.64	0.85	0.74	<b>143.68</b>
<b>139</b>	28	31	30	31	32	32	32	30	29	31	SI	259.46	0.85	0.76	<b>168.48</b>
<b>140</b>	30	28	28	30	30	28	28	30	29	29	SI	233.51	0.85	0.74	<b>146.74</b>
<b>141</b>	30	25	30	29	30	32	29	26	30	30	SI	234.08	0.85	0.75	<b>149.68</b>
<b>142</b>	26	26	27	23	26	25	25	24	24	25	SI	174.03	0.85	0.71	<b>105.73</b>
<b>143</b>	27	25	24	29	26	26	27	25	30	26	SI	196.12	0.85	0.72	<b>120.30</b>
<b>144</b>	37	42	41	37	40	40	33	34	35	37	SI	386.01	0.85	0.81	<b>267.46</b>
<b>145</b>	34	31	35	32	31	35	35	34	36	34	SI	314.52	0.85	0.79	<b>211.97</b>



... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>146</b>	24	27	28	24	27	29	25	24	28	27	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.95</b>
<b>147</b>	30	29	28	28	32	30	30	31	29	30	SI	244.50	0.85	0.75	<b>156.34</b>
<b>148</b>	25	25	27	28	28	27	27	24	25	27	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.95</b>
<b>149</b>	26	34	32	30	33	31	30	30	31	31	SI	263.88	0.85	0.76	<b>171.35</b>
<b>150</b>	32	31	28	29	30	30	30	28	28	30	SI	242.80	0.85	0.75	<b>155.25</b>
<b>151</b>	26	26	28	27	27	27	24	27	30	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>152</b>	31	29	27	31	29	32	33	31	30	31	SI	256.06	0.85	0.76	<b>166.27</b>
<b>153</b>	27	31	24	26	32	25	28	27	26	27	SI	208.81	0.85	0.72	<b>128.93</b>
<b>154</b>	28	28	29	30	29	26	27	28	24	28	SI	213.12	0.85	0.74	<b>133.74</b>
<b>155</b>	37	34	33	34	34	36	36	29	33	34	SI	320.75	0.85	0.79	<b>216.17</b>
<b>156</b>	30	30	34	28	30	31	25	29	29	30	SI	243.48	0.85	0.75	<b>155.69</b>
<b>157</b>	27	26	27	28	28	28	33	31	30	28	SI	229.55	0.85	0.74	<b>144.05</b>
<b>158</b>	28	27	26	29	29	28	27	27	28	28	SI	213.12	0.85	0.74	<b>133.74</b>
<b>159</b>	31	35	38	31	35	36	33	30	35	35	SI	316.11	0.85	0.80	<b>215.20</b>
<b>160</b>	34	35	32	39	33	32	33	39	36	34	SI	334.01	0.85	0.79	<b>225.11</b>
<b>161</b>	32	31	34	36	35	38	30	31	34	34	SI	310.22	0.85	0.79	<b>209.07</b>
<b>162</b>	26	26	26	30	28	26	27	27	26	26	SI	201.22	0.85	0.72	<b>123.43</b>
<b>163</b>	29	27	26	30	31	30	29	30	31	30	SI	237.36	0.85	0.75	<b>151.78</b>
<b>164</b>	20	24	23	22	24	25	23	23	25	23	SI	145.93	0.85	0.70	<b>87.03</b>
<b>165</b>	36	34	37	28	37	36	36	32	31	36	SI	335.48	0.85	0.81	<b>230.50</b>
<b>166</b>	28	30	28	27	29	27	26	28	28	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>167</b>	18	18	21	22	21	16	19	18	19	19	SI	96.12	0.85	0.66	<b>53.79</b>
<b>168</b>	19	18	19	17	17	18	16	17	18	18	SI	81.94	0.85	0.64	<b>44.92</b>
<b>169</b>	31	33	32	35	31	31	32	36	36	32	SI	302.28	0.85	0.77	<b>199.01</b>
<b>170</b>	27	26	26	25	25	26	27	26	26	26	SI	187.62	0.85	0.72	<b>115.09</b>
<b>171</b>	30	26	28	30	28	27	27	29	29	28	SI	221.61	0.85	0.74	<b>139.07</b>
<b>172</b>	29	31	30	38	29	25	33	30	32	30	SI	248.81	0.85	0.75	<b>159.09</b>
<b>173</b>	28	30	31	30	38	34	33	30	33	31	SI	269.71	0.85	0.76	<b>175.14</b>
<b>174</b>	31	30	34	33	31	32	31	31	30	31	SI	274.53	0.85	0.76	<b>178.27</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>175</b>	35	32	35	37	35	36	36	36	38	36	SI	347.72	0.85	0.81	<b>238.91</b>
<b>176</b>	33	30	29	31	29	27	31	29	32	30	SI	252.43	0.85	0.75	<b>161.41</b>
<b>177</b>	42	39	40	42	36	34	43	39	39	39	SI	416.15	0.85	0.83	<b>292.66</b>
<b>178</b>	23	23	26	26	27	27	25	25	29	26	SI	182.53	0.85	0.72	<b>111.96</b>
<b>179</b>	30	31	31	36	32	36	34	30	31	31	SI	290.39	0.85	0.76	<b>188.57</b>
<b>180</b>	33	29	30	31	28	28	26	22	28	28	SI	224.56	0.85	0.74	<b>140.92</b>
<b>181</b>	25	25	23	25	24	27	28	28	28	25	SI	185.93	0.85	0.71	<b>112.96</b>
<b>182</b>	31	35	30	34	29	32	32	30	31	31	SI	276.91	0.85	0.76	<b>179.81</b>
<b>183</b>	27	27	28	29	27	29	25	27	26	27	SI	206.32	0.85	0.72	<b>127.39</b>
<b>184</b>	31	38	35	33	32	30	29	28	24	31	SI	270.37	0.85	0.76	<b>175.56</b>
<b>185</b>	19	20	22	20	20	22	18	23	21	20	SI	110.51	0.85	0.67	<b>63.14</b>
<b>186</b>	35	34	35	33	35	34	34	32	35	34	SI	322.79	0.85	0.79	<b>217.55</b>
<b>187</b>	34	36	30	39	38	34	38	32	34	34	SI	337.75	0.85	0.79	<b>227.63</b>
<b>188</b>	33	32	33	35	33	33	32	33	33	33	SI	302.74	0.85	0.78	<b>201.78</b>
<b>189</b>	25	25	24	23	19	21	24	24	27	24	SI	151.95	0.85	0.71	<b>91.73</b>
<b>190</b>	33	37	39	31	34	27	35	29	24	33	SI	305.66	0.85	0.78	<b>203.72</b>
<b>191</b>	37	36	31	30	30	34	33	34	34	34	SI	306.48	0.85	0.79	<b>206.55</b>
<b>192</b>	29	33	31	36	31	35	36	33	32	33	SI	300.70	0.85	0.78	<b>200.42</b>
<b>193</b>	29	32	30	32	31	30	31	32	31	31	SI	264.78	0.85	0.76	<b>171.94</b>
<b>194</b>	29	28	29	26	26	31	26	26	29	28	SI	215.04	0.85	0.74	<b>134.95</b>
<b>195</b>	35	33	34	33	33	35	31	31	36	33	SI	310.56	0.85	0.78	<b>206.99</b>
<b>196</b>	31	39	34	35	37	38	29	36	34	35	SI	334.01	0.85	0.80	<b>227.39</b>
<b>197</b>	38	39	29	29	30	28	29	27	28	29	SI	226.96	0.85	0.74	<b>142.62</b>
<b>198</b>	30	29	28	29	28	31	27	30	26	29	SI	228.64	0.85	0.74	<b>143.68</b>
<b>199</b>	26	27	28	26	30	27	26	24	26	26	SI	197.82	0.85	0.72	<b>121.34</b>
<b>200</b>	30	28	25	31	26	26	29	30	25	28	SI	215.04	0.85	0.74	<b>134.95</b>
<b>201</b>	21	24	24	22	23	22	26	22	24	23	SI	144.12	0.85	0.70	<b>85.95</b>
<b>202</b>	29	27	32	26	30	29	27	27	38	29	SI	224.59	0.85	0.74	<b>141.13</b>
<b>203</b>	34	30	34	31	32	32	34	34	32	32	SI	294.81	0.85	0.77	<b>194.08</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>204</b>	37	30	34	33	34	40	32	36	35	34	SI	330.27	0.85	0.79	<b>222.59</b>
<b>205</b>	33	34	33	34	30	33	34	33	33	33	SI	302.96	0.85	0.78	<b>201.93</b>
<b>206</b>	27	27	26	26	29	27	27	27	27	27	SI	202.92	0.85	0.72	<b>125.29</b>
<b>207</b>	27	27	27	28	25	28	31	22	21	27	SI	191.70	0.85	0.72	<b>118.37</b>
<b>208</b>	24	26	24	25	26	23	25	24	24	24	SI	165.53	0.85	0.71	<b>99.93</b>
<b>209</b>	26	23	21	24	22	22	25	25	22	23	SI	147.52	0.85	0.70	<b>87.98</b>
<b>210</b>	28	28	29	31	30	30	28	29	29	29	SI	235.44	0.85	0.74	<b>147.95</b>
<b>211</b>	23	24	22	26	20	23	24	25	25	24	SI	151.03	0.85	0.71	<b>91.18</b>
<b>212</b>	19	19	18	16	20	22	15	17	19	19	SI	88.62	0.85	0.66	<b>49.59</b>
<b>213</b>	25	25	25	24	24	26	25	25	22	25	SI	165.64	0.85	0.71	<b>100.64</b>
<b>214</b>	32	33	34	31	33	34	30	34	35	33	SI	300.81	0.85	0.78	<b>200.49</b>
<b>215</b>	33	31	32	35	36	35	36	35	38	35	SI	330.04	0.85	0.80	<b>224.69</b>
<b>216</b>	44	46	40	43	38	44	46	44	46	44	SI	493.76	0.85	0.85	<b>357.32</b>
<b>217</b>	26	27	25	25	25	28	27	28	25	26	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.17</b>
<b>218</b>	34	32	35	38	33	36	36	33	39	35	SI	339.90	0.85	0.80	<b>231.40</b>
<b>219</b>	27	26	27	26	25	25	27	26	28	26	SI	192.72	0.85	0.72	<b>118.21</b>
<b>220</b>	22	22	22	25	25	26	30	21	22	22	SI	144.54	0.85	0.69	<b>84.82</b>
<b>221</b>	26	26	26	26	25	27	26	27	28	26	SI	192.72	0.85	0.72	<b>118.21</b>
<b>222</b>	27	27	28	28	29	28	24	24	24	27	SI	196.12	0.85	0.72	<b>121.10</b>
<b>223</b>	36	33	40	42	37	40	42	41	40	40	SI	423.56	0.85	0.83	<b>299.84</b>
<b>224</b>	25	25	24	25	24	25	24	26	24	25	SI	167.23	0.85	0.71	<b>101.60</b>
<b>225</b>	39	45	48	33	37	41	35	40	43	40	SI	428.71	0.85	0.83	<b>303.49</b>
<b>226</b>	26	26	27	28	27	25	28	24	25	26	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.17</b>
<b>227</b>	29	29	31	28	36	29	31	28	29	29	SI	237.85	0.85	0.74	<b>149.46</b>
<b>228</b>	26	26	23	23	22	22	27	27	26	26	SI	167.46	0.85	0.72	<b>102.72</b>
<b>229</b>	26	24	25	22	24	25	22	22	19	24	SI	146.85	0.85	0.71	<b>88.65</b>
<b>230</b>	23	21	22	20	20	20	19	18	16	20	SI	103.98	0.85	0.67	<b>59.40</b>
<b>231</b>	28	27	32	29	29	30	29	27	26	29	SI	227.28	0.85	0.74	<b>142.82</b>
<b>232</b>	28	27	25	26	27	26	25	28	29	27	SI	199.52	0.85	0.72	<b>123.19</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
233	29	29	30	31	35	30	35	30	35	30	SI	277.25	0.85	0.75	177.28
234	33	32	30	31	32	32	31	34	32	32	SI	282.57	0.85	0.77	186.03
235	32	31	31	30	32	30	31	31	31	31	SI	266.37	0.85	0.76	172.97
236	27	28	29	24	28	28	22	26	29	28	SI	199.63	0.85	0.74	125.28
237	31	31	34	32	33	32	36	30	34	32	SI	294.58	0.85	0.77	193.93
238	34	32	37	36	30	32	31	31	33	32	SI	300.25	0.85	0.77	197.66
239	26	28	23	28	28	28	26	26	23	26	SI	191.02	0.85	0.72	117.17
240	35	42	39	38	37	42	38	37	35	38	SI	393.38	0.85	0.82	274.68
241	26	27	28	28	23	27	28	26	27	27	SI	197.82	0.85	0.72	122.15
242	28	27	29	28	27	27	30	28	28	28	SI	218.22	0.85	0.74	136.94
243	29	28	27	31	31	30	29	29	29	29	SI	237.36	0.85	0.74	149.16
244	30	26	26	28	27	29	27	24	27	27	SI	204.62	0.85	0.72	126.34
245	17	19	19	16	18	17	11	16	18	17	SI	75.07	0.85	0.63	40.56
246	28	31	32	31	33	32	30	34	31	31	SI	273.17	0.85	0.76	177.38
247	30	30	29	30	34	27	31	32	29	30	SI	254.25	0.85	0.75	162.57
248	29	29	30	31	30	29	31	29	27	29	SI	240.76	0.85	0.74	151.30
249	36	35	35	38	32	40	38	37	37	37	SI	363.13	0.85	0.81	251.61
250	36	33	30	36	27	33	34	30	35	33	SI	297.53	0.85	0.78	198.30
251	27	26	25	27	23	21	27	24	19	25	SI	163.84	0.85	0.71	99.54
252	27	26	28	28	25	24	28	32	28	28	SI	208.59	0.85	0.74	130.89
253	18	20	22	26	17	20	15	20	20	20	SI	104.87	0.85	0.67	59.91
254	33	35	32	34	37	34	31	35	31	34	SI	312.37	0.85	0.79	210.52
255	23	22	20	25	21	22	27	25	24	23	SI	146.38	0.85	0.70	87.30
256	32	31	35	36	31	31	32	32	34	32	SI	296.39	0.85	0.77	195.13
257	28	28	31	30	28	27	29	30	30	29	SI	233.74	0.85	0.74	146.88
258	23	25	25	23	26	24	23	19	26	24	SI	155.01	0.85	0.71	93.58
259	32	34	34	29	33	30	29	30	27	30	SI	266.37	0.85	0.75	170.32
260	28	31	28	28	30	30	30	28	31	30	SI	239.06	0.85	0.75	152.86
261	34	44	35	40	45	40	44	40	35	40	SI	423.63	0.85	0.83	299.89

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>262</b>	20	19	21	23	21	23	21	23	20	21	SI	118.30	0.85	0.68	<b>68.09</b>
<b>263</b>	27	28	29	26	25	29	26	26	28	27	SI	204.62	0.85	0.72	<b>126.34</b>
<b>264</b>	26	25	27	23	23	24	23	24	26	24	SI	165.53	0.85	0.71	<b>99.93</b>
<b>265</b>	26	24	21	24	25	25	22	23	27	24	SI	159.19	0.85	0.71	<b>96.10</b>
<b>266</b>	28	27	27	27	31	25	27	26	33	27	SI	217.65	0.85	0.72	<b>134.39</b>
<b>267</b>	34	29	34	31	31	34	34	32	34	34	SI	295.15	0.85	0.79	<b>198.92</b>
<b>268</b>	20	20	22	22	21	18	18	19	18	20	SI	102.31	0.85	0.67	<b>58.45</b>
<b>269</b>	31	29	30	35	30	30	30	34	30	30	SI	267.05	0.85	0.75	<b>170.76</b>
<b>270</b>	32	30	30	31	35	30	30	31	36	31	SI	278.49	0.85	0.76	<b>180.84</b>
<b>271</b>	29	28	28	31	27	29	26	30	30	29	SI	228.64	0.85	0.74	<b>143.68</b>
<b>272</b>	29	29	28	30	29	29	30	36	31	29	SI	239.50	0.85	0.74	<b>150.50</b>
<b>273</b>	17	18	19	18	16	19	20	21	20	19	SI	90.95	0.85	0.66	<b>50.89</b>
<b>274</b>	19	31	32	32	30	30	31	31	32	31	SI	268.69	0.85	0.76	<b>174.48</b>
<b>275</b>	30	30	30	31	29	25	32	31	29	30	SI	244.73	0.85	0.75	<b>156.49</b>
<b>276</b>	20	19	19	20	20	19	17	17	18	19	SI	91.30	0.85	0.66	<b>51.08</b>
<b>277</b>	29	29	29	29	28	29	32	28	26	29	SI	230.68	0.85	0.74	<b>144.96</b>
<b>278</b>	26	25	25	28	28	27	28	30	28	28	SI	206.32	0.85	0.74	<b>129.47</b>
<b>279</b>	39	36	38	36	36	41	37	36	36	36	SI	377.29	0.85	0.81	<b>259.23</b>
<b>280</b>	24	25	24	26	23	28	24	25	24	24	SI	168.93	0.85	0.71	<b>101.98</b>
<b>281</b>	27	25	26	26	26	26	25	25	27	26	SI	185.93	0.85	0.72	<b>114.04</b>
<b>282</b>	37	31	32	34	32	37	34	32	35	34	SI	316.11	0.85	0.79	<b>213.04</b>
<b>283</b>	21	19	16	24	24	24	23	25	23	23	SI	141.75	0.85	0.70	<b>84.54</b>
<b>284</b>	30	30	36	32	31	33	33	46	33	33	SI	289.08	0.85	0.78	<b>192.68</b>
<b>285</b>	32	30	32	29	31	29	26	30	30	30	SI	248.47	0.85	0.75	<b>158.88</b>
<b>286</b>	22	19	19	19	18	24	21	21	19	19	SI	107.71	0.85	0.66	<b>60.27</b>
<b>287</b>	33	35	35	32	36	35	33	36	38	35	SI	334.12	0.85	0.80	<b>227.47</b>
<b>288</b>	19	19	21	23	21	24	25	26	26	23	SI	140.06	0.85	0.70	<b>83.53</b>
<b>289</b>	25	25	22	22	15	16	24	25	23	23	SI	152.96	0.85	0.70	<b>91.22</b>
<b>290</b>	33	29	26	27	25	26	29	26	24	26	SI	195.27	0.85	0.72	<b>119.78</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>291</b>	32	30	30	30	31	31	30	30	34	30	SI	264.67	0.85	0.75	<b>169.24</b>
<b>292</b>	31	30	31	30	29	31	31	33	31	31	SI	262.74	0.85	0.76	<b>170.61</b>
<b>293</b>	26	27	29	32	29	24	26	28	29	28	SI	215.38	0.85	0.74	<b>135.16</b>
<b>294</b>	31	27	28	30	28	28	27	26	27	28	SI	218.44	0.85	0.74	<b>137.08</b>
<b>295</b>	26	27	27	23	30	30	32	31	29	29	SI	224.11	0.85	0.74	<b>140.83</b>
<b>296</b>	30	33	30	33	34	31	30	30	31	31	SI	272.71	0.85	0.76	<b>177.09</b>
<b>297</b>	24	24	25	24	27	29	24	24	29	24	SI	180.83	0.85	0.71	<b>109.16</b>
<b>298</b>	26	26	24	26	26	24	25	25	24	25	SI	174.03	0.85	0.71	<b>105.73</b>
<b>299</b>	27	26	27	27	28	27	30	28	29	27	SI	213.12	0.85	0.72	<b>131.59</b>
<b>300</b>	19	18	19	17	19	17	19	20	19	19	SI	89.28	0.85	0.66	<b>49.96</b>
<b>301</b>	23	20	24	23	21	25	22	22	26	23	SI	141.29	0.85	0.70	<b>84.26</b>
<b>302</b>	44	48	39	44	42	40	44	42	41	42	SI	479.03	0.85	0.84	<b>343.13</b>
<b>303</b>	34	32	39	30	32	36	31	36	35	34	SI	318.15	0.85	0.79	<b>214.42</b>
<b>304</b>	36	35	34	31	31	30	33	36	37	34	SI	314.18	0.85	0.79	<b>211.75</b>
<b>305</b>	31	31	31	29	29	30	29	28	30	30	SI	246.09	0.85	0.75	<b>157.36</b>
<b>306</b>	30	29	30	29	30	29	31	32	31	30	SI	251.53	0.85	0.75	<b>160.83</b>
<b>307</b>	24	27	24	24	24	24	26	24	24	24	SI	165.53	0.85	0.71	<b>99.93</b>
<b>308</b>	32	28	30	30	29	31	32	30	36	30	SI	265.46	0.85	0.75	<b>169.74</b>
<b>309</b>	33	34	33	38	37	35	38	42	38	37	SI	363.58	0.85	0.81	<b>251.92</b>
<b>310</b>	35	38	38	36	37	38	35	37	39	37	SI	372.64	0.85	0.81	<b>258.20</b>
<b>311</b>	32	28	32	36	35	31	31	30	35	32	SI	289.03	0.85	0.77	<b>190.28</b>
<b>312</b>	27	27	26	27	26	29	26	26	26	26	SI	197.82	0.85	0.72	<b>121.34</b>
<b>313</b>	36	35	32	34	31	35	31	33	35	34	SI	312.48	0.85	0.79	<b>210.60</b>
<b>314</b>	29	27	27	28	32	30	27	26	26	27	SI	218.78	0.85	0.72	<b>135.09</b>
<b>315</b>	30	30	30	29	28	30	29	28	29	29	SI	236.91	0.85	0.74	<b>148.88</b>
<b>316</b>	24	24	27	26	25	31	26	26	31	26	SI	198.28	0.85	0.72	<b>121.62</b>
<b>317</b>	23	27	32	26	28	31	28	27	29	28	SI	217.31	0.85	0.74	<b>136.37</b>
<b>318</b>	25	24	25	27	23	25	26	26	28	25	SI	179.13	0.85	0.71	<b>108.83</b>
<b>319</b>	26	24	26	26	24	23	25	28	29	26	SI	182.53	0.85	0.72	<b>111.96</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>320</b>	23	21	21	24	21	20	24	21	24	21	SI	130.18	0.85	0.68	<b>74.93</b>
<b>321</b>	33	30	30	32	30	32	30	30	31	30	SI	264.67	0.85	0.75	<b>169.24</b>
<b>322</b>	16	14	17	16	18	17	16	16	19	16	SI	72.97	0.85	0.62	<b>38.25</b>
<b>323</b>	41	41	39	41	46	47	36	39	38	41	SI	445.16	0.85	0.84	<b>317.06</b>
<b>324</b>	30	32	33	31	34	35	32	30	35	32	SI	292.65	0.85	0.77	<b>192.67</b>
<b>325</b>	42	38	34	24	38	37	40	40	41	38	SI	404.95	0.85	0.82	<b>282.76</b>
<b>326</b>	28	27	36	28	27	32	28	29	31	28	SI	230.58	0.85	0.74	<b>144.69</b>
<b>327</b>	35	33	31	32	33	34	28	31	31	32	SI	285.18	0.85	0.77	<b>187.74</b>
<b>328</b>	25	26	30	30	27	28	28	29	28	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>329</b>	27	27	27	30	22	27	28	27	28	27	SI	203.03	0.85	0.72	<b>125.36</b>
<b>330</b>	26	27	28	30	26	26	21	23	28	26	SI	189.66	0.85	0.72	<b>116.34</b>
<b>331</b>	31	33	29	29	28	26	34	28	27	29	SI	242.69	0.85	0.74	<b>152.51</b>
<b>332</b>	21	28	28	22	26	27	23	26	28	26	SI	179.58	0.85	0.72	<b>110.15</b>
<b>333</b>	24	19	20	23	23	28	25	21	22	23	SI	140.84	0.85	0.70	<b>84.00</b>
<b>334</b>	28	29	28	29	27	28	29	30	31	29	SI	230.34	0.85	0.74	<b>144.75</b>
<b>335</b>	44	44	43	48	43	45	44	36	43	44	SI	509.60	0.85	0.85	<b>368.78</b>
<b>336</b>	37	35	31	36	37	38	37	35	36	36	SI	351.23	0.85	0.81	<b>241.32</b>
<b>337</b>	38	34	35	38	36	33	36	36	30	36	SI	339.79	0.85	0.81	<b>233.46</b>
<b>338</b>	46	37	42	39	45	37	46	39	44	42	SI	459.88	0.85	0.84	<b>329.42</b>
<b>339</b>	23	23	24	17	20	21	21	16	18	21	SI	111.17	0.85	0.68	<b>63.99</b>
<b>340</b>	26	28	30	31	31	31	29	29	29	29	SI	239.29	0.85	0.74	<b>150.37</b>
<b>341</b>	34	35	30	32	33	32	36	34	35	34	SI	310.67	0.85	0.79	<b>209.38</b>
<b>342</b>	35	34	43	32	36	35	39	33	35	35	SI	335.99	0.85	0.80	<b>228.74</b>
<b>343</b>	27	26	29	29	31	30	31	32	33	30	SI	247.33	0.85	0.75	<b>158.15</b>
<b>344</b>	25	26	26	24	28	22	24	23	26	25	SI	170.74	0.85	0.71	<b>103.74</b>
<b>345</b>	35	39	39	35	31	39	38	30	40	38	SI	388.21	0.85	0.82	<b>271.08</b>
<b>346</b>	32	31	33	30	35	33	33	34	32	33	SI	294.69	0.85	0.78	<b>196.41</b>
<b>347</b>	32	31	32	30	34	24	27	28	27	30	SI	242.92	0.85	0.75	<b>155.33</b>
<b>348</b>	30	28	30	28	27	31	27	27	27	28	SI	223.54	0.85	0.74	<b>140.28</b>



... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>349</b>	37	35	33	32	37	36	38	33	35	35	SI	339.67	0.85	0.80	<b>231.25</b>
<b>350</b>	28	27	30	31	27	26	28	30	28	28	SI	223.54	0.85	0.74	<b>140.28</b>
<b>351</b>	24	24	26	28	27	28	27	29	27	27	SI	197.82	0.85	0.72	<b>122.15</b>
<b>352</b>	31	31	33	35	32	31	31	33	31	31	SI	284.38	0.85	0.76	<b>184.67</b>
<b>353</b>	27	30	29	30	26	30	25	28	30	29	SI	223.31	0.85	0.74	<b>140.33</b>
<b>354</b>	16	16	18	18	12	16	19	16	17	16	SI	72.30	0.85	0.62	<b>37.90</b>
<b>355</b>	32	37	37	28	33	35	30	37	37	35	SI	332.93	0.85	0.80	<b>226.66</b>
<b>356</b>	36	30	32	35	32	31	35	31	31	32	SI	294.35	0.85	0.77	<b>193.78</b>
<b>357</b>	31	30	32	31	32	31	30	28	26	31	SI	252.32	0.85	0.76	<b>163.85</b>
<b>358</b>	30	31	33	30	31	33	33	32	32	32	SI	278.60	0.85	0.77	<b>183.42</b>
<b>359</b>	27	28	27	26	28	27	25	25	27	27	SI	197.82	0.85	0.72	<b>122.15</b>
<b>360</b>	30	29	29	31	28	30	31	29	30	30	SI	244.16	0.85	0.75	<b>156.12</b>
<b>361</b>	29	31	31	30	30	30	26	27	29	30	SI	237.36	0.85	0.75	<b>151.78</b>
<b>362</b>	25	25	27	28	26	29	25	30	30	27	SI	206.32	0.85	0.72	<b>127.39</b>
<b>363</b>	32	34	32	36	34	36	32	33	33	33	SI	312.59	0.85	0.78	<b>208.35</b>
<b>364</b>	32	34	30	30	34	32	32	31	35	32	SI	288.69	0.85	0.77	<b>190.05</b>
<b>365</b>	30	30	31	32	31	30	33	30	32	31	SI	266.59	0.85	0.76	<b>173.12</b>
<b>366</b>	37	33	32	33	31	30	31	33	31	32	SI	290.27	0.85	0.77	<b>191.10</b>
<b>367</b>	31	35	35	33	32	31	37	34	33	33	SI	310.33	0.85	0.78	<b>206.84</b>
<b>368</b>	33	33	40	38	32	32	33	36	32	33	SI	313.43	0.85	0.78	<b>208.90</b>
<b>369</b>	32	26	30	30	29	29	29	30	27	29	SI	235.78	0.85	0.74	<b>148.16</b>
<b>370</b>	25	29	32	30	29	29	32	31	28	29	SI	241.67	0.85	0.74	<b>151.87</b>
<b>371</b>	36	34	31	36	35	35	33	35	34	35	SI	326.53	0.85	0.80	<b>222.30</b>
<b>372</b>	31	30	33	36	31	32	31	30	32	31	SI	280.42	0.85	0.76	<b>182.09</b>
<b>373</b>	25	23	23	24	21	27	23	20	24	23	SI	147.86	0.85	0.70	<b>88.18</b>
<b>374</b>	19	17	20	16	19	21	23	21	21	20	SI	101.87	0.85	0.67	<b>58.20</b>
<b>375</b>	30	27	32	31	31	30	29	31	30	30	SI	251.75	0.85	0.75	<b>160.98</b>
<b>376</b>	36	38	36	40	38	37	35	34	36	36	SI	367.32	0.85	0.81	<b>252.38</b>
<b>377</b>	32	30	29	30	30	30	27	31	30	30	SI	247.90	0.85	0.75	<b>158.52</b>



... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>378</b>	30	30	28	28	28	30	27	27	30	28	SI	230.11	0.85	0.74	<b>144.40</b>
<b>379</b>	29	29	31	30	30	27	30	30	30	30	SI	242.24	0.85	0.75	<b>154.89</b>
<b>380</b>	29	29	27	28	26	27	28	24	26	27	SI	204.62	0.85	0.72	<b>126.34</b>
<b>381</b>	24	28	30	27	26	29	26	25	25	26	SI	197.82	0.85	0.72	<b>121.34</b>
<b>382</b>	33	34	36	36	34	33	34	35	35	34	SI	328.68	0.85	0.79	<b>221.52</b>
<b>383</b>	27	26	28	28	28	28	27	25	24	27	SI	199.52	0.85	0.72	<b>123.19</b>
<b>384</b>	26	28	29	26	27	28	27	29	26	27	SI	208.02	0.85	0.72	<b>128.44</b>
<b>385</b>	23	25	22	26	24	21	24	25	25	24	SI	155.79	0.85	0.71	<b>94.05</b>
<b>386</b>	27	27	28	26	28	27	24	28	28	27	SI	202.92	0.85	0.72	<b>125.29</b>
<b>387</b>	26	29	28	26	28	27	28	25	27	27	SI	204.62	0.85	0.72	<b>126.34</b>
<b>388</b>	27	26	28	24	25	29	28	24	29	27	SI	197.82	0.85	0.72	<b>122.15</b>
<b>389</b>	31	27	32	31	28	30	32	30	28	30	SI	248.69	0.85	0.75	<b>159.02</b>
<b>390</b>	34	34	32	38	34	35	36	35	33	34	SI	330.38	0.85	0.79	<b>222.66</b>
<b>391</b>	30	30	31	32	29	30	30	28	26	30	SI	242.80	0.85	0.75	<b>155.25</b>
<b>392</b>	32	28	32	29	27	31	31	27	31	31	SI	247.22	0.85	0.76	<b>160.53</b>
<b>393</b>	26	27	24	28	30	24	28	27	28	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>394</b>	20	21	25	21	23	20	24	21	17	21	SI	121.53	0.85	0.68	<b>69.95</b>
<b>395</b>	24	27	27	25	25	27	25	23	25	25	SI	177.43	0.85	0.71	<b>107.80</b>
<b>396</b>	27	28	27	28	29	25	27	28	27	27	SI	208.02	0.85	0.72	<b>128.44</b>
<b>397</b>	36	36	37	36	34	34	36	37	36	36	SI	351.80	0.85	0.81	<b>241.71</b>
<b>398</b>	30	30	33	34	31	32	27	31	32	31	SI	269.54	0.85	0.76	<b>175.03</b>
<b>399</b>	22	21	21	25	22	23	22	19	21	22	SI	125.77	0.85	0.69	<b>73.81</b>
<b>400</b>	29	29	29	27	25	28	27	29	28	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>401</b>	31	30	34	31	32	29	32	33	33	32	SI	278.94	0.85	0.77	<b>183.64</b>
<b>402</b>	30	30	29	29	32	31	29	28	28	29	SI	242.80	0.85	0.74	<b>152.58</b>
<b>403</b>	23	29	29	24	28	28	22	25	27	27	SI	189.44	0.85	0.72	<b>116.97</b>
<b>404</b>	32	31	32	32	30	31	30	32	34	32	SI	276.57	0.85	0.77	<b>182.07</b>
<b>405</b>	27	24	19	25	27	28	27	31	30	27	SI	208.91	0.85	0.72	<b>128.99</b>
<b>406</b>	27	26	27	25	28	30	28	32	29	28	SI	218.78	0.85	0.74	<b>137.29</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>407</b>	26	24	27	29	23	25	30	27	26	26	SI	192.72	0.85	0.72	<b>118.21</b>
<b>408</b>	31	31	30	33	32	32	37	38	32	32	SI	299.91	0.85	0.77	<b>197.44</b>
<b>409</b>	27	29	32	28	24	30	25	27	27	27	SI	213.68	0.85	0.72	<b>131.94</b>
<b>410</b>	32	32	32	32	32	33	30	30	31	32	SI	276.57	0.85	0.77	<b>182.07</b>
<b>411</b>	29	29	30	28	28	27	27	28	24	28	SI	214.82	0.85	0.74	<b>134.80</b>
<b>412</b>	27	31	32	28	25	31	30	39	29	30	SI	236.57	0.85	0.75	<b>151.27</b>
<b>413</b>	31	32	30	31	33	32	32	32	28	32	SI	271.13	0.85	0.77	<b>178.49</b>
<b>414</b>	35	38	34	36	38	41	37	36	34	36	SI	365.62	0.85	0.81	<b>251.21</b>
<b>415</b>	33	32	33	32	32	30	32	31	33	32	SI	284.61	0.85	0.77	<b>187.37</b>
<b>416</b>	26	25	24	19	22	27	27	27	26	26	SI	180.10	0.85	0.72	<b>110.47</b>
<b>417</b>	30	29	29	30	30	29	30	31	32	30	SI	249.60	0.85	0.75	<b>159.60</b>
<b>418</b>	31	31	32	32	32	30	31	29	31	31	SI	266.71	0.85	0.76	<b>173.19</b>
<b>419</b>	28	28	27	29	27	29	27	27	35	28	SI	214.39	0.85	0.74	<b>134.54</b>
<b>420</b>	16	20	20	19	21	19	22	20	20	20	SI	100.44	0.85	0.67	<b>57.38</b>
<b>421</b>	35	36	39	33	38	39	38	35	39	38	SI	370.94	0.85	0.82	<b>259.02</b>
<b>422</b>	31	31	31	32	31	33	29	31	31	31	SI	268.63	0.85	0.76	<b>174.44</b>
<b>423</b>	30	31	30	27	28	23	29	30	29	29	SI	226.94	0.85	0.74	<b>142.61</b>
<b>424</b>	33	29	31	34	31	29	32	30	21	31	SI	269.58	0.85	0.76	<b>175.06</b>
<b>425</b>	29	29	27	28	29	25	26	28	26	28	SI	209.72	0.85	0.74	<b>131.60</b>
<b>426</b>	23	23	27	28	26	24	28	26	26	26	SI	182.53	0.85	0.72	<b>111.96</b>
<b>427</b>	30	26	24	29	27	27	25	26	21	26	SI	189.66	0.85	0.72	<b>116.34</b>
<b>428</b>	30	29	30	30	29	29	30	29	29	29	SI	240.31	0.85	0.74	<b>151.01</b>
<b>429</b>	28	27	30	27	28	29	22	25	29	28	SI	206.43	0.85	0.74	<b>129.54</b>
<b>430</b>	34	30	30	34	29	29	28	28	24	29	SI	244.50	0.85	0.74	<b>153.65</b>
<b>431</b>	30	33	30	30	27	31	31	32	29	30	SI	255.83	0.85	0.75	<b>163.59</b>
<b>432</b>	28	29	29	28	24	31	24	29	29	29	SI	216.74	0.85	0.74	<b>136.20</b>
<b>433</b>	30	31	32	35	32	32	34	31	34	32	SI	290.61	0.85	0.77	<b>191.32</b>
<b>434</b>	24	27	29	26	29	30	25	29	29	29	SI	211.42	0.85	0.74	<b>132.86</b>
<b>435</b>	30	28	28	30	30	27	28	27	28	28	SI	225.01	0.85	0.74	<b>141.20</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>436</b>	26	24	24	27	26	26	27	25	26	26	SI	182.53	0.85	0.72	<b>111.96</b>
<b>437</b>	32	30	28	32	27	26	29	27	31	29	SI	236.57	0.85	0.74	<b>148.66</b>
<b>438</b>	25	28	27	27	25	24	24	29	25	25	SI	187.62	0.85	0.71	<b>113.99</b>
<b>439</b>	29	26	38	24	27	31	26	31	29	29	SI	216.81	0.85	0.74	<b>136.25</b>
<b>440</b>	32	31	33	32	30	32	35	33	32	32	SI	288.58	0.85	0.77	<b>189.98</b>
<b>441</b>	34	33	35	34	28	35	31	30	31	33	SI	291.29	0.85	0.78	<b>194.15</b>
<b>442</b>	29	29	29	27	26	29	28	30	26	29	SI	219.92	0.85	0.74	<b>138.20</b>
<b>443</b>	32	31	31	32	32	31	29	30	30	31	SI	264.78	0.85	0.76	<b>171.94</b>
<b>444</b>	26	24	28	24	26	26	25	24	24	25	SI	175.73	0.85	0.71	<b>106.76</b>
<b>445</b>	28	31	30	30	30	32	30	31	29	30	SI	251.53	0.85	0.75	<b>160.83</b>
<b>446</b>	28	31	30	32	32	30	29	31	27	30	SI	250.39	0.85	0.75	<b>160.11</b>
<b>447</b>	28	31	17	27	29	27	28	26	23	27	SI	208.91	0.85	0.72	<b>128.99</b>
<b>448</b>	37	31	30	38	32	32	37	32	32	32	SI	309.65	0.85	0.77	<b>203.85</b>
<b>449</b>	21	21	20	20	22	20	20	20	21	20	SI	108.88	0.85	0.67	<b>62.20</b>
<b>450</b>	40	36	31	35	31	28	35	30	32	32	SI	289.59	0.85	0.77	<b>190.65</b>
<b>451</b>	33	28	27	28	28	28	29	29	29	28	SI	231.02	0.85	0.74	<b>144.97</b>
<b>452</b>	18	19	22	23	19	20	22	24	23	22	SI	118.68	0.85	0.69	<b>69.65</b>
<b>453</b>	30	30	28	32	29	31	34	30	29	30	SI	255.94	0.85	0.75	<b>163.66</b>
<b>454</b>	27	29	29	32	30	31	31	32	24	30	SI	241.90	0.85	0.75	<b>154.68</b>
<b>455</b>	26	25	25	26	23	24	22	25	25	25	SI	165.64	0.85	0.71	<b>100.64</b>
<b>456</b>	30	31	32	38	31	35	37	35	44	35	SI	313.05	0.85	0.80	<b>213.12</b>
<b>457</b>	33	31	32	37	36	33	33	32	33	33	SI	308.29	0.85	0.78	<b>205.48</b>
<b>458</b>	28	31	32	26	30	30	28	27	29	29	SI	234.30	0.85	0.74	<b>147.24</b>
<b>459</b>	24	23	27	24	24	24	24	25	25	24	SI	163.83	0.85	0.71	<b>98.90</b>
<b>460</b>	30	29	29	29	27	30	30	29	21	29	SI	235.42	0.85	0.74	<b>147.94</b>
<b>461</b>	33	31	32	34	34	31	30	31	32	32	SI	284.61	0.85	0.77	<b>187.37</b>
<b>462</b>	32	33	32	30	30	31	28	30	28	30	SI	257.87	0.85	0.75	<b>164.89</b>
<b>463</b>	31	35	33	38	37	32	35	37	34	35	SI	331.74	0.85	0.80	<b>225.85</b>
<b>464</b>	34	35	42	33	40	36	41	39	36	36	SI	380.23	0.85	0.81	<b>261.25</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>465</b>	32	35	35	37	35	36	36	34	37	35	SI	341.94	0.85	0.80	<b>232.79</b>
<b>466</b>	21	21	30	17	22	22	19	27	28	22	SI	134.18	0.85	0.69	<b>78.74</b>
<b>467</b>	29	29	29	32	29	29	30	30	28	29	SI	240.88	0.85	0.74	<b>151.37</b>
<b>468</b>	24	23	21	25	20	21	25	24	25	24	SI	144.80	0.85	0.71	<b>87.41</b>
<b>469</b>	29	29	33	33	28	27	32	30	31	30	SI	254.81	0.85	0.75	<b>162.93</b>
<b>470</b>	33	28	28	30	31	26	32	29	29	29	SI	243.71	0.85	0.74	<b>153.15</b>
<b>471</b>	20	19	22	24	20	20	20	20	22	20	SI	112.74	0.85	0.67	<b>64.41</b>
<b>472</b>	32	30	28	31	31	31	30	30	30	30	SI	255.15	0.85	0.75	<b>163.15</b>
<b>473</b>	27	27	29	29	28	28	29	27	29	28	SI	219.92	0.85	0.74	<b>138.00</b>
<b>474</b>	21	21	24	22	25	27	27	26	27	25	SI	164.62	0.85	0.71	<b>100.02</b>
<b>475</b>	39	34	37	35	38	34	32	35	33	35	SI	341.83	0.85	0.80	<b>232.71</b>
<b>476</b>	31	29	35	32	35	37	38	30	36	35	SI	314.18	0.85	0.80	<b>213.89</b>
<b>477</b>	29	29	33	31	29	31	29	29	32	29	SI	254.13	0.85	0.74	<b>159.70</b>
<b>478</b>	36	37	34	33	39	34	36	37	33	36	SI	345.79	0.85	0.81	<b>237.59</b>
<b>479</b>	34	33	29	31	31	31	30	29	32	31	SI	269.20	0.85	0.76	<b>174.81</b>
<b>480</b>	29	26	29	31	31	28	27	29	26	29	SI	225.47	0.85	0.74	<b>141.68</b>
<b>481</b>	29	25	30	30	30	31	31	29	26	30	SI	233.96	0.85	0.75	<b>149.60</b>
<b>482</b>	33	31	32	34	30	31	30	33	33	32	SI	282.68	0.85	0.77	<b>186.10</b>
<b>483</b>	28	34	30	23	31	31	30	30	28	30	SI	254.54	0.85	0.75	<b>162.76</b>
<b>484</b>	27	24	21	23	30	28	29	26	30	27	SI	194.76	0.85	0.72	<b>120.26</b>
<b>485</b>	37	36	35	31	36	34	32	35	35	35	SI	330.16	0.85	0.80	<b>224.77</b>
<b>486</b>	25	29	29	28	24	26	26	25	28	26	SI	197.82	0.85	0.72	<b>121.34</b>
<b>487</b>	24	28	28	25	26	26	26	25	28	26	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.17</b>
<b>488</b>	25	24	26	29	30	30	29	30	37	29	SI	216.30	0.85	0.74	<b>135.93</b>
<b>489</b>	36	34	33	36	38	31	32	30	30	33	SI	308.18	0.85	0.78	<b>205.40</b>
<b>490</b>	30	29	23	26	29	26	29	27	32	29	SI	217.08	0.85	0.74	<b>136.42</b>
<b>491</b>	41	40	39	40	44	44	33	36	36	40	SI	428.78	0.85	0.83	<b>303.54</b>
<b>492</b>	36	34	35	34	30	36	37	33	37	35	SI	332.08	0.85	0.80	<b>226.08</b>
<b>493</b>	18	23	26	26	22	27	27	24	25	25	SI	172.46	0.85	0.71	<b>104.78</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>494</b>	29	32	30	33	32	32	31	32	32	32	SI	274.87	0.85	0.77	<b>180.95</b>
<b>495</b>	36	33	29	32	41	36	39	32	32	33	SI	313.69	0.85	0.78	<b>209.07</b>
<b>496</b>	28	25	25	26	25	23	30	25	29	25	SI	191.02	0.85	0.71	<b>116.06</b>
<b>497</b>	28	29	26	30	28	26	28	30	27	28	SI	218.22	0.85	0.74	<b>136.94</b>
<b>498</b>	19	19	22	20	22	22	25	22	25	22	SI	126.92	0.85	0.69	<b>74.48</b>
<b>499</b>	33	28	25	39	31	37	32	30	35	32	SI	290.18	0.85	0.77	<b>191.03</b>
<b>500</b>	31	32	34	37	32	34	36	32	33	33	SI	310.33	0.85	0.78	<b>206.84</b>
<b>501</b>	31	30	30	29	30	29	30	27	30	30	SI	242.24	0.85	0.75	<b>154.89</b>
<b>502</b>	27	25	25	28	25	22	25	25	30	25	SI	184.34	0.85	0.71	<b>112.00</b>
<b>503</b>	25	27	25	25	22	20	25	24	26	25	SI	162.93	0.85	0.71	<b>98.99</b>
<b>504</b>	24	24	24	25	26	25	25	24	27	25	SI	170.63	0.85	0.71	<b>103.67</b>
<b>505</b>	34	34	26	35	36	32	30	32	32	32	SI	291.86	0.85	0.77	<b>192.14</b>
<b>506</b>	25	26	31	25	26	27	24	28	26	26	SI	194.65	0.85	0.72	<b>119.40</b>
<b>507</b>	27	28	28	27	25	30	31	31	34	28	SI	235.21	0.85	0.74	<b>147.60</b>
<b>508</b>	36	35	36	35	33	36	34	31	36	35	SI	332.31	0.85	0.80	<b>226.23</b>
<b>509</b>	24	26	24	22	24	24	25	22	20	24	SI	149.44	0.85	0.71	<b>90.22</b>
<b>510</b>	36	36	37	36	34	30	36	36	36	36	SI	341.94	0.85	0.81	<b>234.94</b>
<b>511</b>	32	32	30	32	32	32	28	32	31	32	SI	271.13	0.85	0.77	<b>178.49</b>
<b>512</b>	34	34	36	33	34	34	34	34	35	34	SI	324.94	0.85	0.79	<b>219.00</b>
<b>513</b>	31	32	31	30	31	29	29	29	30	30	SI	253.45	0.85	0.75	<b>162.07</b>
<b>514</b>	27	29	30	29	28	29	28	30	29	29	SI	230.11	0.85	0.74	<b>144.60</b>
<b>515</b>	44	41	38	38	41	46	41	39	39	41	SI	442.44	0.85	0.84	<b>315.12</b>
<b>516</b>	26	28	28	30	28	30	29	26	30	28	SI	223.31	0.85	0.74	<b>140.14</b>
<b>517</b>	33	30	31	28	30	30	30	28	30	30	SI	249.94	0.85	0.75	<b>159.82</b>
<b>518</b>	29	30	28	28	29	27	28	30	25	28	SI	221.61	0.85	0.74	<b>139.07</b>
<b>519</b>	20	21	21	21	19	20	22	23	22	21	SI	115.12	0.85	0.68	<b>66.26</b>
<b>520</b>	33	36	36	35	38	36	35	32	31	35	SI	331.97	0.85	0.80	<b>226.00</b>
<b>521</b>	34	30	33	39	31	30	33	36	32	33	SI	304.32	0.85	0.78	<b>202.83</b>
<b>522</b>	28	31	32	29	28	33	30	30	35	30	SI	262.18	0.85	0.75	<b>167.64</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>523</b>	31	27	26	28	28	33	28	27	27	28	SI	224.45	0.85	0.74	<b>140.85</b>
<b>524</b>	30	31	30	36	20	32	31	31	33	31	SI	279.91	0.85	0.76	<b>181.76</b>
<b>525</b>	25	25	27	27	24	24	27	25	28	25	SI	184.23	0.85	0.71	<b>111.93</b>
<b>526</b>	28	26	25	27	25	26	28	26	28	26	SI	196.12	0.85	0.72	<b>120.30</b>
<b>527</b>	34	33	36	37	32	41	41	35	37	36	SI	360.07	0.85	0.81	<b>247.40</b>
<b>528</b>	29	25	25	24	25	25	25	26	23	25	SI	175.73	0.85	0.71	<b>106.76</b>
<b>529</b>	30	29	26	26	27	27	36	24	27	27	SI	202.92	0.85	0.72	<b>125.29</b>
<b>530</b>	22	24	23	26	22	24	21	25	25	24	SI	150.80	0.85	0.71	<b>91.04</b>
<b>531</b>	33	37	33	33	33	31	30	32	32	33	SI	296.39	0.85	0.78	<b>197.55</b>
<b>532</b>	30	28	31	31	31	29	28	31	30	30	SI	248.01	0.85	0.75	<b>158.59</b>
<b>533</b>	23	30	16	28	28	30	28	30	26	28	SI	216.30	0.85	0.74	<b>135.74</b>
<b>534</b>	17	20	21	18	20	22	21	18	18	20	SI	98.97	0.85	0.67	<b>56.54</b>
<b>535</b>	34	34	38	37	37	33	35	41	33	35	SI	351.91	0.85	0.80	<b>239.58</b>
<b>536</b>	25	29	28	28	28	27	28	29	29	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>537</b>	29	27	27	26	28	28	29	26	27	27	SI	209.72	0.85	0.72	<b>129.49</b>
<b>538</b>	28	25	24	28	24	29	27	23	28	27	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.95</b>
<b>539</b>	31	29	31	33	31	29	31	32	28	31	SI	259.68	0.85	0.76	<b>168.63</b>
<b>540</b>	29	30	28	26	29	31	26	26	28	28	SI	220.14	0.85	0.74	<b>138.14</b>
<b>541</b>	29	30	32	31	31	31	30	32	33	31	SI	266.82	0.85	0.76	<b>173.26</b>
<b>542</b>	30	30	31	28	36	30	35	27	32	30	SI	268.07	0.85	0.75	<b>171.41</b>
<b>543</b>	22	22	22	20	22	21	21	23	24	22	SI	126.56	0.85	0.69	<b>74.27</b>
<b>544</b>	32	28	32	31	31	31	32	34	34	32	SI	279.17	0.85	0.77	<b>183.79</b>
<b>545</b>	30	27	26	29	28	25	29	28	29	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>546</b>	40	41	40	40	39	37	41	40	36	40	SI	415.36	0.85	0.83	<b>294.03</b>
<b>547</b>	22	23	26	27	28	27	26	31	28	27	SI	194.76	0.85	0.72	<b>120.26</b>
<b>548</b>	23	25	26	24	26	24	25	27	24	25	SI	170.63	0.85	0.71	<b>103.67</b>
<b>549</b>	34	33	32	33	31	34	34	34	32	33	SI	302.85	0.85	0.78	<b>201.85</b>
<b>550</b>	31	30	31	30	30	31	31	33	31	31	SI	264.44	0.85	0.76	<b>171.72</b>
<b>551</b>	21	24	23	20	22	21	22	20	24	22	SI	127.01	0.85	0.69	<b>74.53</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>552</b>	31	36	36	36	30	30	35	30	30	31	SI	296.39	0.85	0.76	<b>192.46</b>
<b>553</b>	28	26	31	27	29	29	28	26	30	28	SI	221.84	0.85	0.74	<b>139.21</b>
<b>554</b>	23	20	20	22	22	24	21	22	22	22	SI	125.20	0.85	0.69	<b>73.47</b>
<b>555</b>	35	32	30	30	33	32	29	30	32	32	SI	274.98	0.85	0.77	<b>181.03</b>
<b>556</b>	38	33	37	30	38	35	26	30	30	33	SI	317.38	0.85	0.78	<b>211.54</b>
<b>557</b>	26	27	28	27	28	27	29	28	26	27	SI	208.02	0.85	0.72	<b>128.44</b>
<b>558</b>	34	37	33	31	35	35	35	32	32	34	SI	316.33	0.85	0.79	<b>213.20</b>
<b>559</b>	25	20	26	21	19	23	21	26	24	23	SI	141.07	0.85	0.70	<b>84.13</b>
<b>560</b>	29	27	29	30	29	30	32	29	28	29	SI	237.48	0.85	0.74	<b>149.23</b>
<b>561</b>	33	36	34	34	34	32	30	30	33	33	SI	300.81	0.85	0.78	<b>200.49</b>
<b>562</b>	30	44	36	34	32	32	30	37	34	34	SI	304.64	0.85	0.79	<b>205.31</b>
<b>563</b>	28	27	29	27	29	27	29	27	25	27	SI	211.42	0.85	0.72	<b>130.54</b>
<b>564</b>	31	29	28	32	29	30	30	29	30	30	SI	246.20	0.85	0.75	<b>157.43</b>
<b>565</b>	31	30	33	30	29	28	31	30	31	30	SI	255.49	0.85	0.75	<b>163.37</b>
<b>566</b>	30	26	26	24	27	25	27	27	26	26	SI	194.42	0.85	0.72	<b>119.26</b>
<b>567</b>	24	21	22	26	23	22	22	20	20	22	SI	131.88	0.85	0.69	<b>77.39</b>
<b>568</b>	22	21	26	26	26	27	28	27	27	26	SI	181.28	0.85	0.72	<b>111.20</b>
<b>569</b>	25	26	24	24	21	26	25	26	24	25	SI	165.87	0.85	0.71	<b>100.78</b>
<b>570</b>	23	24	26	25	27	28	29	27	29	27	SI	194.42	0.85	0.72	<b>120.05</b>
<b>571</b>	35	36	40	36	35	32	29	32	33	35	SI	324.60	0.85	0.80	<b>220.99</b>
<b>572</b>	27	25	26	25	21	21	22	24	26	25	SI	159.53	0.85	0.71	<b>96.92</b>
<b>573</b>	29	29	32	31	30	29	29	29	30	29	SI	246.20	0.85	0.74	<b>154.71</b>
<b>574</b>	29	29	26	21	26	26	26	29	28	26	SI	198.16	0.85	0.72	<b>121.55</b>
<b>575</b>	27	27	27	29	27	22	30	28	28	27	SI	206.43	0.85	0.72	<b>127.46</b>
<b>576</b>	25	30	26	29	28	21	23	26	27	26	SI	189.66	0.85	0.72	<b>116.34</b>
<b>577</b>	33	33	30	32	32	31	35	37	31	32	SI	296.28	0.85	0.77	<b>195.05</b>
<b>578</b>	28	24	26	30	29	29	30	28	28	28	SI	218.22	0.85	0.74	<b>136.94</b>
<b>579</b>	29	26	30	26	25	27	28	26	27	27	SI	204.62	0.85	0.72	<b>126.34</b>
<b>580</b>	32	32	38	37	32	30	32	32	29	32	SI	296.28	0.85	0.77	<b>195.05</b>



... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>581</b>	33	34	32	34	33	32	33	29	34	33	SI	297.19	0.85	0.78	<b>198.08</b>
<b>582</b>	26	26	29	31	25	29	29	29	25	29	SI	213.34	0.85	0.74	<b>134.07</b>
<b>583</b>	18	19	22	22	23	27	27	24	24	23	SI	143.82	0.85	0.70	<b>85.78</b>
<b>584</b>	34	33	30	32	34	35	32	34	37	34	SI	310.56	0.85	0.79	<b>209.30</b>
<b>585</b>	23	22	21	24	21	20	20	24	20	21	SI	124.18	0.85	0.68	<b>71.47</b>
<b>586</b>	26	24	25	28	28	26	27	26	26	26	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.17</b>
<b>587</b>	27	24	28	28	22	28	29	27	26	27	SI	196.24	0.85	0.72	<b>121.17</b>
<b>588</b>	22	22	22	25	24	25	21	21	23	22	SI	139.36	0.85	0.69	<b>81.78</b>
<b>589</b>	18	18	19	22	20	18	17	20	19	19	SI	94.23	0.85	0.66	<b>52.73</b>
<b>590</b>	28	27	25	29	32	28	28	29	27	28	SI	220.48	0.85	0.74	<b>138.36</b>
<b>591</b>	29	24	26	26	24	24	24	24	24	24	SI	172.33	0.85	0.71	<b>104.03</b>
<b>592</b>	26	25	26	21	24	26	26	22	22	25	SI	161.00	0.85	0.71	<b>97.82</b>
<b>593</b>	28	30	29	26	28	25	28	28	29	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>594</b>	28	26	26	27	24	28	28	27	28	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>595</b>	26	25	25	28	28	26	28	30	27	27	SI	202.92	0.85	0.72	<b>125.29</b>
<b>596</b>	32	33	30	40	26	35	32	28	30	32	SI	264.23	0.85	0.77	<b>173.95</b>
<b>597</b>	40	40	35	36	40	37	39	40	42	40	SI	405.50	0.85	0.83	<b>287.06</b>
<b>598</b>	21	26	28	25	24	27	24	23	28	25	SI	174.37	0.85	0.71	<b>105.94</b>
<b>599</b>	28	28	26	27	28	25	28	28	21	28	SI	206.74	0.85	0.74	<b>129.74</b>
<b>600</b>	15	15	12	13	15	15	15	16	14	15	SI	55.80	0.85	0.60	<b>28.34</b>
<b>601</b>	22	21	24	24	25	24	24	27	25	24	SI	157.49	0.85	0.71	<b>95.07</b>
<b>602</b>	26	28	27	28	30	29	29	27	29	28	SI	219.92	0.85	0.74	<b>138.00</b>
<b>603</b>	32	37	36	34	35	32	34	31	34	34	SI	318.37	0.85	0.79	<b>214.57</b>
<b>604</b>	28	27	27	36	30	28	29	32	34	29	SI	241.29	0.85	0.74	<b>151.63</b>
<b>605</b>	26	25	23	26	25	28	24	27	25	25	SI	179.13	0.85	0.71	<b>108.83</b>
<b>606</b>	30	28	28	26	29	30	28	28	29	28	SI	225.01	0.85	0.74	<b>141.20</b>
<b>607</b>	34	35	36	35	37	31	35	38	39	35	SI	347.60	0.85	0.80	<b>236.65</b>
<b>608</b>	20	21	18	20	20	21	21	21	21	21	SI	106.88	0.85	0.68	<b>61.52</b>
<b>609</b>	17	18	17	17	14	16	12	11	17	17	SI	64.22	0.85	0.63	<b>34.69</b>



... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>610</b>	16	18	18	17	19	18	18	17	19	18	SI	82.92	0.85	0.64	<b>45.46</b>
<b>611</b>	19	18	19	22	24	21	19	18	18	19	SI	103.58	0.85	0.66	<b>57.96</b>
<b>612</b>	38	33	35	38	35	32	35	34	33	35	SI	334.01	0.85	0.80	<b>227.39</b>
<b>613</b>	27	27	27	30	26	25	29	28	30	27	SI	213.12	0.85	0.72	<b>131.59</b>
<b>614</b>	29	30	27	30	27	29	30	29	30	29	SI	233.51	0.85	0.74	<b>146.74</b>
<b>615</b>	28	27	26	28	24	22	26	26	25	26	SI	184.34	0.85	0.72	<b>113.07</b>
<b>616</b>	17	18	20	19	20	18	19	20	17	19	SI	90.41	0.85	0.66	<b>50.59</b>
<b>617</b>	31	35	31	36	34	32	29	33	32	32	SI	294.81	0.85	0.77	<b>194.08</b>
<b>618</b>	26	24	22	24	24	21	24	21	19	24	SI	140.50	0.85	0.71	<b>84.82</b>
<b>619</b>	24	25	17	20	21	25	21	24	24	24	SI	143.27	0.85	0.71	<b>86.49</b>
<b>620</b>	30	32	29	30	30	32	30	29	30	30	SI	253.34	0.85	0.75	<b>161.99</b>
<b>621</b>	35	35	41	30	31	36	40	32	35	35	SI	338.31	0.85	0.80	<b>230.32</b>
<b>622</b>	29	27	37	28	30	29	34	29	29	29	SI	240.65	0.85	0.74	<b>151.22</b>
<b>623</b>	26	21	22	27	23	23	22	22	21	22	SI	142.76	0.85	0.69	<b>83.77</b>
<b>624</b>	23	25	28	24	25	27	22	27	29	25	SI	180.94	0.85	0.71	<b>109.93</b>
<b>625</b>	39	39	40	37	40	40	37	37	37	39	SI	398.48	0.85	0.83	<b>280.23</b>
<b>626</b>	34	35	36	34	33	36	32	34	32	34	SI	320.64	0.85	0.79	<b>216.10</b>
<b>627</b>	31	32	37	37	31	31	31	36	30	31	SI	299.79	0.85	0.76	<b>194.67</b>
<b>628</b>	30	30	27	30	29	28	30	30	26	30	SI	231.81	0.85	0.75	<b>148.23</b>
<b>629</b>	25	23	23	25	25	26	21	19	20	23	SI	144.13	0.85	0.70	<b>85.96</b>
<b>630</b>	38	38	34	41	34	38	39	40	46	38	SI	386.59	0.85	0.82	<b>269.94</b>
<b>631</b>	29	27	25	29	31	25	28	30	26	28	SI	215.04	0.85	0.74	<b>134.95</b>
<b>632</b>	32	36	34	32	34	38	34	36	32	34	SI	324.26	0.85	0.79	<b>218.54</b>
<b>633</b>	33	29	26	27	28	26	28	25	27	27	SI	214.02	0.85	0.72	<b>132.15</b>
<b>634</b>	31	30	29	31	32	32	31	30	29	31	SI	259.12	0.85	0.76	<b>168.26</b>
<b>635</b>	24	23	24	22	21	20	22	24	21	22	SI	133.13	0.85	0.69	<b>78.12</b>
<b>636</b>	32	30	29	30	32	31	30	30	31	30	SI	258.89	0.85	0.75	<b>165.54</b>
<b>637</b>	30	29	30	28	26	31	27	30	29	29	SI	232.04	0.85	0.74	<b>145.81</b>
<b>638</b>	26	24	25	30	27	25	29	27	25	26	SI	194.42	0.85	0.72	<b>119.26</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>639</b>	24	24	25	23	24	26	26	21	23	24	SI	157.37	0.85	0.71	<b>95.01</b>
<b>640</b>	32	32	32	32	33	33	30	33	32	32	SI	286.65	0.85	0.77	<b>188.71</b>
<b>641</b>	29	28	27	29	29	28	28	28	28	28	SI	221.61	0.85	0.74	<b>139.07</b>
<b>642</b>	24	22	24	20	23	23	23	24	24	23	SI	142.53	0.85	0.70	<b>85.01</b>
<b>643</b>	32	32	30	31	34	28	27	27	27	30	SI	248.01	0.85	0.75	<b>158.59</b>
<b>644</b>	32	30	30	32	32	33	30	31	33	32	SI	274.64	0.85	0.77	<b>180.81</b>
<b>645</b>	26	26	24	22	22	31	26	25	26	26	SI	177.88	0.85	0.72	<b>109.11</b>
<b>646</b>	28	30	26	28	28	29	16	29	27	28	SI	220.13	0.85	0.74	<b>138.14</b>
<b>647</b>	32	31	26	29	31	30	29	29	34	30	SI	252.77	0.85	0.75	<b>161.63</b>
<b>648</b>	28	25	24	28	26	23	27	28	24	26	SI	185.93	0.85	0.72	<b>114.04</b>
<b>649</b>	26	26	26	26	26	26	28	26	26	26	SI	191.02	0.85	0.72	<b>117.17</b>
<b>650</b>	28	24	25	29	27	22	29	27	22	27	SI	186.15	0.85	0.72	<b>114.94</b>
<b>651</b>	31	30	30	34	33	32	33	31	31	31	SI	278.60	0.85	0.76	<b>180.91</b>
<b>652</b>	42	42	40	40	48	40	42	37	39	40	SI	432.48	0.85	0.83	<b>306.15</b>
<b>653</b>	25	24	24	22	23	21	25	24	23	24	SI	148.99	0.85	0.71	<b>89.94</b>
<b>654</b>	26	27	25	30	29	27	27	26	28	27	SI	206.32	0.85	0.72	<b>127.39</b>
<b>655</b>	22	20	21	22	24	23	20	21	21	21	SI	122.25	0.85	0.68	<b>70.37</b>
<b>656</b>	35	36	35	32	32	35	36	34	33	35	SI	324.49	0.85	0.80	<b>220.91</b>
<b>657</b>	23	29	24	24	20	20	20	20	22	22	SI	123.89	0.85	0.69	<b>72.70</b>
<b>658</b>	30	29	28	29	35	27	29	28	32	29	SI	245.75	0.85	0.74	<b>154.43</b>
<b>659</b>	34	31	31	32	30	29	34	35	29	31	SI	279.28	0.85	0.76	<b>181.36</b>
<b>660</b>	24	26	27	24	26	25	25	24	25	25	SI	174.03	0.85	0.71	<b>105.73</b>
<b>661</b>	31	31	30	30	31	30	28	33	33	31	SI	263.20	0.85	0.76	<b>170.91</b>
<b>662</b>	24	26	26	26	28	32	28	28	28	28	SI	208.59	0.85	0.74	<b>130.89</b>
<b>663</b>	33	28	29	34	31	30	31	27	32	31	SI	260.48	0.85	0.76	<b>169.14</b>
<b>664</b>	30	37	32	34	35	32	32	31	33	32	SI	300.36	0.85	0.77	<b>197.74</b>
<b>665</b>	29	35	28	30	28	27	32	29	27	29	SI	242.35	0.85	0.74	<b>152.29</b>
<b>666</b>	36	33	31	34	39	36	37	35	36	36	SI	341.83	0.85	0.81	<b>234.86</b>
<b>667</b>	30	30	30	31	30	31	29	29	28	30	SI	245.86	0.85	0.75	<b>157.21</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>668</b>	31	34	33	34	33	33	27	27	32	33	SI	278.60	0.85	0.78	<b>185.69</b>
<b>669</b>	25	24	25	24	28	24	25	25	23	25	SI	168.93	0.85	0.71	<b>102.63</b>
<b>670</b>	30	30	30	28	28	30	29	29	29	29	SI	236.91	0.85	0.74	<b>148.88</b>
<b>671</b>	17	36	36	32	33	35	34	32	32	33	SI	315.98	0.85	0.78	<b>210.60</b>
<b>672</b>	34	30	34	30	32	32	29	32	30	32	SI	275.09	0.85	0.77	<b>181.10</b>
<b>673</b>	27	23	24	25	23	25	20	25	22	24	SI	154.43	0.85	0.71	<b>93.23</b>
<b>674</b>	26	26	26	24	25	22	22	24	22	24	SI	159.07	0.85	0.71	<b>96.03</b>
<b>675</b>	29	27	31	28	29	28	31	28	28	28	SI	230.57	0.85	0.74	<b>144.69</b>
<b>676</b>	33	32	39	31	34	34	39	34	35	34	SI	330.16	0.85	0.79	<b>222.51</b>
<b>677</b>	19	19	20	16	16	19	20	22	20	19	SI	94.37	0.85	0.66	<b>52.80</b>
<b>678</b>	25	25	25	25	22	20	21	22	22	22	SI	143.10	0.85	0.69	<b>83.97</b>
<b>679</b>	28	26	25	28	30	31	25	26	28	28	SI	209.94	0.85	0.74	<b>131.75</b>
<b>680</b>	22	23	23	24	22	25	24	20	17	23	SI	133.65	0.85	0.70	<b>79.71</b>
<b>681</b>	26	25	27	25	26	25	28	26	24	26	SI	184.23	0.85	0.72	<b>113.00</b>
<b>682</b>	30	30	31	29	28	26	27	27	25	28	SI	220.14	0.85	0.74	<b>138.14</b>
<b>683</b>	31	32	33	32	28	26	29	32	28	31	SI	253.34	0.85	0.76	<b>164.51</b>
<b>684</b>	31	31	30	30	32	29	32	22	29	30	SI	258.24	0.85	0.75	<b>165.13</b>
<b>685</b>	25	28	27	29	26	29	26	26	28	27	SI	204.62	0.85	0.72	<b>126.34</b>
<b>686</b>	32	29	31	34	34	34	34	37	32	34	SI	302.85	0.85	0.79	<b>204.11</b>
<b>687</b>	32	32	35	31	29	30	30	34	34	32	SI	283.02	0.85	0.77	<b>186.33</b>
<b>688</b>	32	31	30	30	30	31	32	28	30	30	SI	257.19	0.85	0.75	<b>164.46</b>
<b>689</b>	34	36	34	35	34	37	33	34	34	34	SI	330.61	0.85	0.79	<b>222.82</b>
<b>690</b>	27	28	28	31	26	28	28	30	28	28	SI	221.84	0.85	0.74	<b>139.21</b>
<b>691</b>	31	32	31	32	31	29	32	30	33	31	SI	270.79	0.85	0.76	<b>175.84</b>
<b>692</b>	29	29	29	30	31	30	31	29	29	29	SI	244.16	0.85	0.74	<b>153.43</b>
<b>693</b>	25	26	26	25	26	24	23	25	26	25	SI	174.03	0.85	0.71	<b>105.73</b>
<b>694</b>	29	29	31	32	32	28	33	32	30	31	SI	261.84	0.85	0.76	<b>170.03</b>
<b>695</b>	36	36	39	34	32	36	32	34	32	34	SI	330.16	0.85	0.79	<b>222.51</b>
<b>696</b>	32	32	34	46	32	32	32	32	32	32	SI	289.08	0.85	0.77	<b>190.32</b>

... continuación

#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>697</b>	37	39	40	36	36	41	34	34	36	36	SI	373.78	0.85	0.81	<b>256.82</b>
<b>698</b>	28	26	22	22	27	27	27	28	27	27	SI	187.85	0.85	0.72	<b>115.99</b>
<b>699</b>	39	34	36	28	34	32	31	30	34	34	SI	305.00	0.85	0.79	<b>205.56</b>
<b>700</b>	21	19	22	19	22	24	20	24	21	21	SI	120.57	0.85	0.68	<b>69.40</b>
<b>701</b>	26	28	28	27	25	27	26	28	27	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>702</b>	31	33	32	33	29	30	33	31	31	31	SI	274.87	0.85	0.76	<b>178.49</b>
<b>703</b>	26	25	22	24	22	21	20	21	22	22	SI	136.64	0.85	0.69	<b>80.18</b>
<b>704</b>	24	24	25	22	20	20	19	19	20	20	SI	122.84	0.85	0.67	<b>70.18</b>
<b>705</b>	40	36	41	42	39	40	39	37	30	39	SI	413.87	0.85	0.83	<b>291.06</b>
<b>706</b>	28	25	27	28	30	27	26	25	26	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>707</b>	29	26	32	26	26	26	24	24	25	26	SI	194.99	0.85	0.72	<b>119.60</b>
<b>708</b>	19	20	20	20	22	18	18	17	19	19	SI	96.12	0.85	0.66	<b>53.79</b>
<b>709</b>	27	26	27	30	29	28	28	28	30	28	SI	219.92	0.85	0.74	<b>138.00</b>
<b>710</b>	41	35	33	35	34	39	33	39	32	35	SI	350.10	0.85	0.80	<b>238.34</b>
<b>711</b>	37	42	37	38	37	39	39	36	36	37	SI	388.85	0.85	0.81	<b>269.43</b>
<b>712</b>	36	35	35	36	35	33	34	30	37	35	SI	330.27	0.85	0.80	<b>224.85</b>
<b>713</b>	28	30	30	26	25	28	30	29	29	29	SI	223.31	0.85	0.74	<b>140.33</b>
<b>714</b>	32	35	30	29	37	31	35	28	36	32	SI	295.15	0.85	0.77	<b>194.31</b>
<b>715</b>	23	25	20	25	23	24	23	27	26	24	SI	157.71	0.85	0.71	<b>95.21</b>
<b>716</b>	30	29	32	30	29	18	24	27	31	29	SI	234.40	0.85	0.74	<b>147.30</b>
<b>717</b>	20	20	19	20	20	18	19	17	22	20	SI	98.02	0.85	0.67	<b>56.00</b>
<b>718</b>	32	33	38	34	33	32	36	32	32	33	SI	312.25	0.85	0.78	<b>208.12</b>
<b>719</b>	33	29	32	33	28	29	32	27	28	29	SI	253.45	0.85	0.74	<b>159.27</b>
<b>720</b>	23	23	22	25	20	17	22	20	19	22	SI	120.40	0.85	0.69	<b>70.66</b>
<b>721</b>	23	22	21	23	24	22	22	21	21	22	SI	129.50	0.85	0.69	<b>75.99</b>
<b>722</b>	26	21	25	24	25	21	27	26	28	25	SI	169.61	0.85	0.71	<b>103.05</b>
<b>723</b>	30	31	29	29	28	28	32	30	29	29	SI	242.80	0.85	0.74	<b>152.58</b>
<b>724</b>	36	32	37	37	35	35	34	34	36	35	SI	340.01	0.85	0.80	<b>231.48</b>
<b>725</b>	20	27	30	24	27	32	22	25	26	26	SI	187.28	0.85	0.72	<b>114.88</b>

... continuación

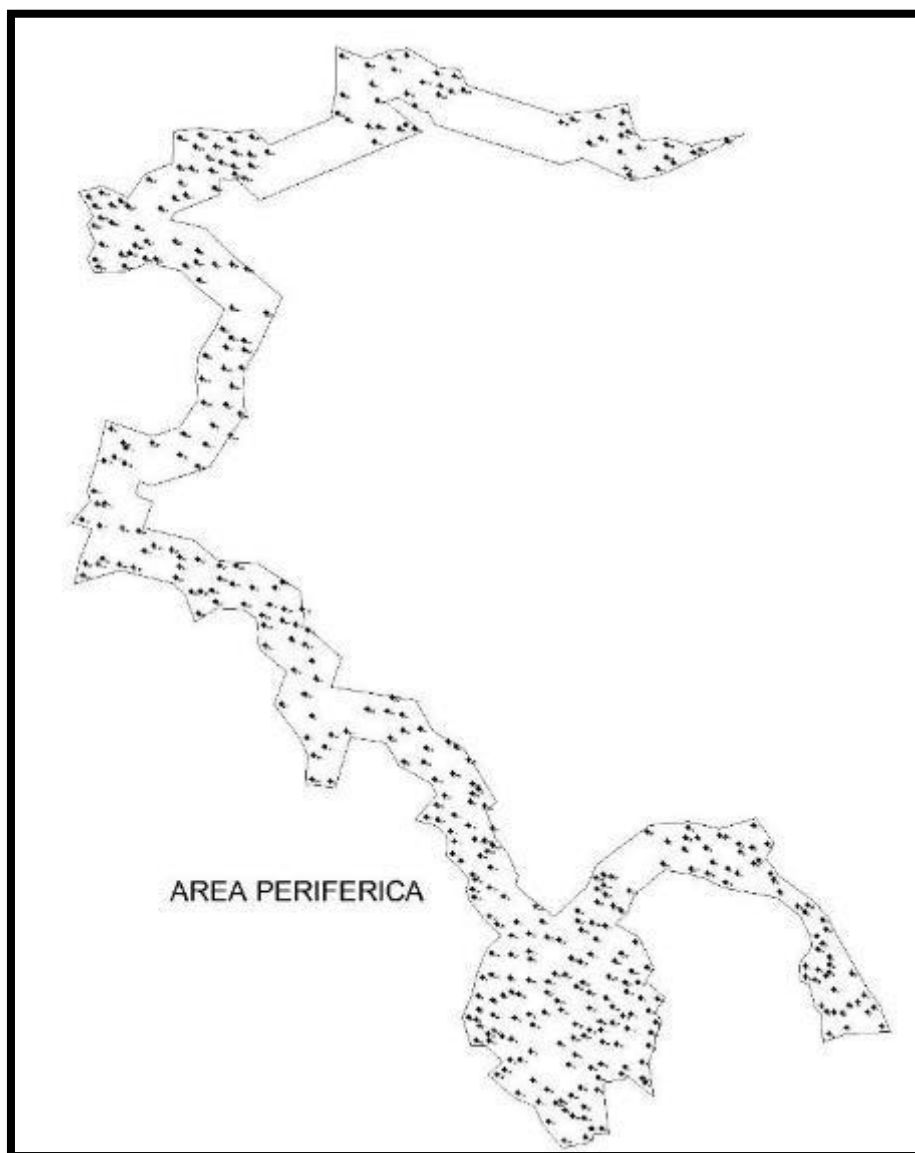
#	MEDICIONES ( R )									M	VAL.	RESISTENCIA (KG/CM2)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			MEDIDA	Fccarb	FCmat	FINAL
<b>726</b>	28	31	29	28	23	29	29	30	30	29	SI	226.94	0.85	0.74	<b>142.61</b>
<b>727</b>	30	30	27	29	32	30	30	30	26	30	SI	239.18	0.85	0.75	<b>152.94</b>
<b>728</b>	36	31	30	35	28	31	33	33	34	33	SI	291.18	0.85	0.78	<b>194.07</b>
<b>729</b>	30	31	31	33	36	32	33	37	33	33	SI	300.25	0.85	0.78	<b>200.11</b>
<b>730</b>	30	31	29	32	29	29	30	31	31	30	SI	253.45	0.85	0.75	<b>162.07</b>
<b>731</b>	37	34	36	32	35	31	27	29	30	32	SI	291.52	0.85	0.77	<b>191.92</b>
<b>732</b>	30	30	24	30	30	25	28	30	29	30	SI	225.01	0.85	0.75	<b>143.88</b>
<b>733</b>	19	22	16	20	16	15	22	18	16	18	SI	88.94	0.85	0.64	<b>48.76</b>
<b>734</b>	28	26	26	27	26	28	26	27	28	27	SI	201.22	0.85	0.72	<b>124.24</b>
<b>735</b>	25	27	21	19	19	21	22	24	27	22	SI	155.87	0.85	0.69	<b>91.47</b>
<b>736</b>	39	36	33	35	34	34	36	36	38	36	SI	349.87	0.85	0.81	<b>240.39</b>
<b>737</b>	36	37	34	36	33	37	38	37	36	36	SI	355.31	0.85	0.81	<b>244.13</b>
<b>738</b>	21	18	29	26	23	25	24	25	26	25	SI	170.80	0.85	0.71	<b>103.77</b>
<b>739</b>	25	25	32	32	27	26	26	25	33	26	SI	208.02	0.85	0.72	<b>127.60</b>
<b>740</b>	40	40	42	40	33	36	39	35	39	39	SI	395.64	0.85	0.83	<b>278.24</b>
<b>741</b>	33	31	37	35	31	33	32	29	30	32	SI	290.61	0.85	0.77	<b>191.32</b>
<b>742</b>	28	30	32	30	33	29	28	31	30	30	SI	252.21	0.85	0.75	<b>161.27</b>
<b>743</b>	31	27	29	28	28	29	29	29	30	29	SI	232.04	0.85	0.74	<b>145.81</b>
<b>744</b>	24	22	25	23	23	21	23	22	23	23	SI	140.61	0.85	0.70	<b>83.86</b>
<b>745</b>	39	40	53	46	44	46	49	37	40	44	SI	493.68	0.85	0.85	<b>357.27</b>
<b>746</b>	27	28	30	28	27	30	26	27	28	28	SI	216.52	0.85	0.74	<b>135.87</b>
<b>747</b>	26	26	25	31	23	20	26	24	20	25	SI	167.12	0.85	0.71	<b>101.53</b>
<b>748</b>	34	36	36	35	31	37	33	30	36	35	SI	324.15	0.85	0.80	<b>220.68</b>
<b>749</b>	30	36	30	33	29	27	30	28	28	30	SI	253.11	0.85	0.75	<b>161.85</b>
<b>750</b>	34	35	40	36	34	34	35	37	34	35	SI	346.36	0.85	0.80	<b>235.80</b>
<b>751</b>	32	37	32	33	32	34	31	31	30	32	SI	292.31	0.85	0.77	<b>192.44</b>

Fuente: Elaboración por el equipo de trabajo

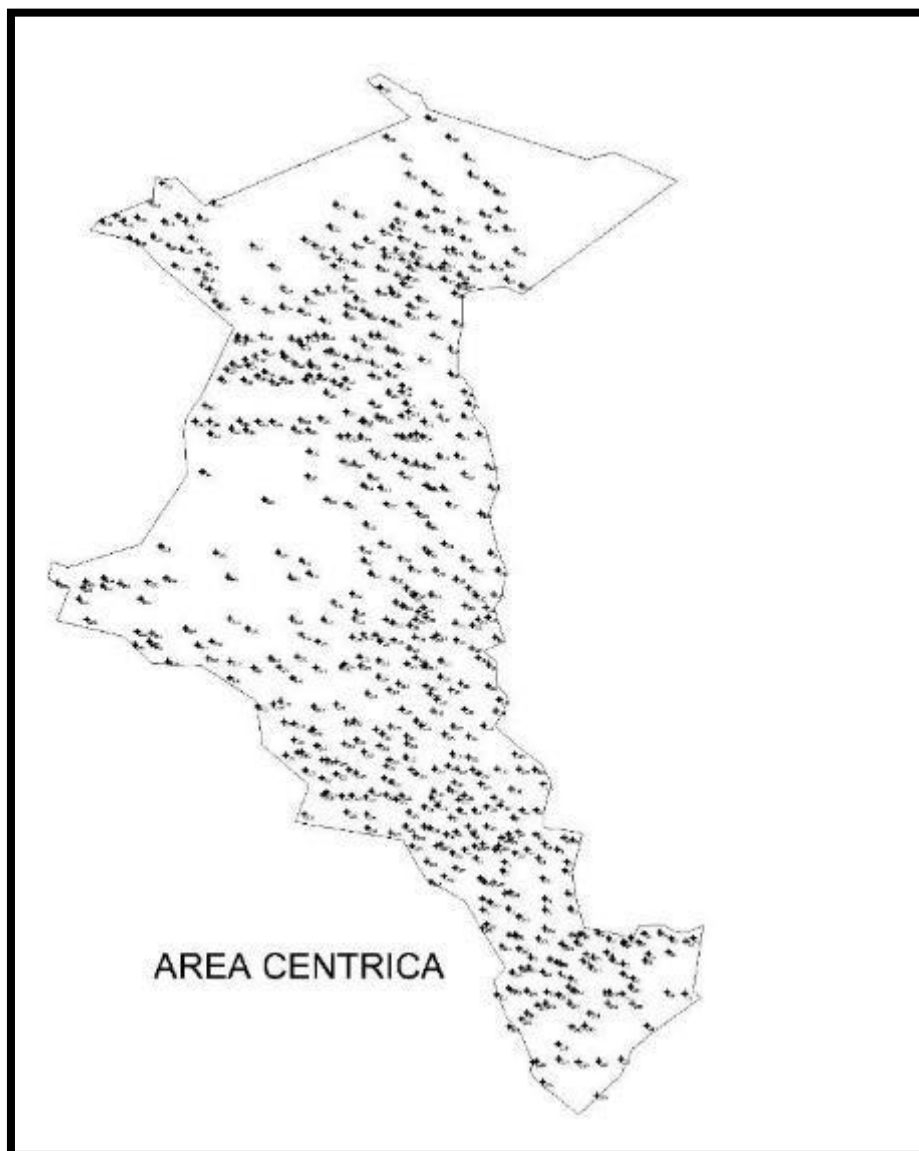
## 4.2 SECTORIZACIÓN

A fin de poder comprobar las hipótesis planteadas y conocer las resistencias del concreto alcanzadas en zonas tanto céntricas como periféricas de la ciudad de Puno, se procede a una sectorización, esta sectorización obedece a la centralidad de las viviendas desde los puntos límites de la ciudad y áreas céntricas, así indirectamente se puede asumir que el área céntrica contiene viviendas en promedio más antiguas, mientras que las viviendas en el área periférica serían más nuevas, esta afirmación puede ser sujeta a variación debido a factores como la modernización de viviendas céntricas.

La sectorización se hizo de forma regular indiferente de las jirones o avenidas generando puntos tanto para similitud en la cantidad de datos en la zona periférica como en la zona céntrica, esta discriminación se puede apreciar en las figuras 29 y 30.



**Figura 29:** Sectorización - Área periférica  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo



**Figura 30:** Sectorización - Área céntrica  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

En las tablas 32 y 33 se muestran los resultados de los ensayos en las áreas tanto céntrica como periférica respectivamente.



**Tabla 32:** Datos área céntrica

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)
1	36	134.8	41	229	88.3	81	309	251.9
2	53	185.4	42	236	125.3	82	310	258.2
3	54	144.7	43	237	193.9	83	311	190.3
4	55	274.8	44	238	197.7	84	312	121.3
5	56	134.8	45	239	117.2	85	313	210.6
6	57	134.0	46	240	274.7	86	314	135.1
7	58	166.7	47	241	122.1	87	315	148.9
8	59	114.0	48	242	136.9	88	316	121.6
9	60	191.7	49	243	149.2	89	317	136.4
10	61	130.9	50	244	126.3	90	318	108.8
11	62	78.9	51	245	33.4	91	319	112.0
12	63	199.1	52	250	198.3	92	320	74.9
13	64	77.7	53	251	99.2	93	321	169.2
14	65	127.4	54	252	130.9	94	322	30.4
15	66	236.9	55	253	57.2	95	323	317.1
16	67	88.3	56	254	210.5	96	324	192.7
17	68	94.2	57	255	87.3	97	325	282.8
18	69	115.2	58	259	170.3	98	326	144.7
19	70	231.6	59	260	152.9	99	327	187.7
20	71	102.7	60	261	299.9	100	328	135.9
21	72	55.6	61	262	67.8	101	329	125.4
22	73	162.8	62	263	126.3	102	330	116.3
23	74	165.4	63	264	99.9	103	331	152.5
24	75	206.9	64	265	96.1	104	332	110.2
25	76	106.8	65	266	134.4	105	333	83.7
26	77	31.1	66	267	198.9	106	334	144.7
27	78	48.9	67	268	56.3	107	335	368.8
28	79	129.5	68	282	213.0	108	337	233.5
29	80	165.0	69	283	84.2	109	338	329.4
30	81	175.8	70	284	192.7	110	339	61.4
31	82	64.5	71	285	158.9	111	340	150.4
32	83	105.7	72	286	58.4	112	341	209.4
33	84	155.3	73	296	177.1	113	342	228.7
34	85	158.7	74	297	109.2	114	343	158.2
35	86	171.1	75	298	105.7	115	344	103.7
36	87	176.9	76	299	131.6	116	345	271.1
37	88	-	77	300	46.2	117	346	196.4
38	89	113.0	78	302	343.1	118	347	155.3
39	227	149.5	79	307	99.9	119	348	140.3
40	228	102.7	80	308	169.7	120	349	231.2



... continuación

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)
122	351	122.1	162	393	124.2	202	457	205.5
123	352	184.7	163	394	69.1	203	461	187.4
124	353	140.3	164	395	107.8	204	462	164.9
125	354	29.8	165	396	128.4	205	463	225.8
126	355	226.7	166	397	241.7	206	464	261.3
127	356	193.8	167	398	175.0	207	505	192.1
128	357	163.8	168	399	73.5	208	506	119.4
129	358	183.4	169	400	135.9	209	507	147.6
130	359	122.1	170	412	151.3	210	508	226.2
131	360	156.1	171	413	178.5	211	509	90.2
132	361	151.8	172	414	251.2	212	510	234.9
133	362	127.4	173	415	187.4	213	511	178.5
134	363	208.3	174	422	174.4	214	512	219.0
135	364	190.1	175	429	129.5	215	513	162.1
136	365	173.1	176	430	153.6	216	514	144.6
137	366	191.1	177	431	163.6	217	515	315.1
138	367	206.8	178	432	136.2	218	516	140.1
139	368	208.9	179	433	191.3	219	517	159.8
140	369	148.2	180	434	132.9	220	518	139.1
141	370	151.9	181	435	141.2	221	519	65.9
142	371	222.3	182	436	112.0	222	520	226.0
143	372	182.1	183	437	148.7	223	521	202.8
144	373	88.2	184	438	114.0	224	522	167.6
145	374	55.6	185	439	136.2	225	523	140.8
146	375	161.0	186	440	190.0	226	524	181.8
147	376	252.4	187	441	194.1	227	525	111.9
148	377	158.5	188	442	138.2	228	527	247.4
149	379	154.9	189	443	171.9	229	528	106.8
150	380	126.3	190	444	106.8	230	529	125.3
151	382	221.5	191	445	160.8	231	530	91.0
152	383	123.2	192	446	160.1	232	532	158.6
153	384	128.4	193	447	129.0	233	535	239.6
154	385	94.0	194	449	62.2	234	541	173.3
155	386	125.3	195	450	190.7	235	542	171.4
156	387	126.3	196	451	145.0	236	543	74.3
157	388	122.1	197	452	68.3	237	557	128.4
158	389	159.0	198	453	163.7	238	558	213.2
159	390	222.7	199	454	154.7	239	590	138.4
160	391	155.3	200	455	100.6	240	591	104.0

... continuación

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)
241	610	39.9	273	644	180.8	305	676	222.5
242	611	55.2	274	645	109.1	306	677	49.6
243	612	227.4	275	646	138.1	307	678	84.0
244	614	146.7	276	647	161.6	308	679	131.7
245	615	113.1	277	648	114.0	309	680	78.9
246	616	47.2	278	649	117.2	310	681	113.0
247	617	194.1	279	650	114.9	311	682	138.1
248	618	84.5	280	651	180.9	312	683	164.5
249	619	86.5	281	652	306.2	313	684	165.1
250	620	162.0	282	653	89.9	314	685	126.3
251	621	230.3	283	654	127.4	315	686	204.1
252	622	151.2	284	655	70.4	316	687	186.3
253	623	83.8	285	656	220.9	317	688	164.5
254	624	109.9	286	657	72.7	318	689	222.8
255	625	280.2	287	658	154.4	319	690	139.2
256	626	216.1	288	659	181.4	320	691	175.8
257	627	194.7	289	660	105.7	321	692	153.4
258	629	85.6	290	661	170.9	322	693	105.7
259	630	269.9	291	662	130.9	323	694	170.0
260	631	134.9	292	663	169.1	324	695	222.5
261	632	218.5	293	664	197.7	325	696	190.3
262	633	132.1	294	665	152.3	326	697	256.8
263	634	168.3	295	666	234.9	327	698	116.0
264	635	78.1	296	667	157.2	328	699	205.6
265	636	165.5	297	668	185.7	329	700	68.7
266	637	145.8	298	669	102.6	330	701	124.2
267	638	119.3	299	670	148.9	331	702	178.5
268	639	95.0	300	671	210.6	332	703	80.2
269	640	188.7	301	672	181.1	333	704	69.5
270	641	139.1	302	673	93.2	334	705	291.1
271	642	85.0	303	674	96.0	335	724	231.5
272	643	158.6	304	675	144.7			

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

**Tabla 33:** Datos área periférica

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm2)
1	1	194.1	41	42	273.6	81	119	99.6
2	2	102.7	42	43	123.3	82	120	145.0
3	3	175.7	43	44	181.3	83	121	151.7
4	4	173.9	44	45	190.4	84	122	152.9
5	5	145.1	45	46	105.9	85	123	35.7
6	6	106.4	46	47	159.5	86	124	211.9
7	7	233.5	47	48	70.5	87	125	188.8
8	8	205.6	48	49	162.7	88	126	140.5
9	9	125.6	49	50	171.3	89	127	132.7
10	10	96.5	50	51	98.8	90	128	173.5
11	11	201.8	51	52	253.4	91	129	139.3
12	12	83.7	52	90	160.5	92	130	166.0
13	13	113.7	53	91	118.6	93	131	124.6
14	14	232.6	54	92	94.3	94	132	209.5
15	15	102.2	55	93	191.2	95	133	135.9
16	16	223.4	56	94	108.8	96	134	120.3
17	17	225.6	57	95	220.0	97	135	136.9
18	18	148.8	58	96	124.2	98	136	230.2
19	19	101.8	59	97	18.9	99	137	103.7
20	20	196.3	60	98	159.7	100	138	143.7
21	21	22.2	61	99	41.4	101	139	168.5
22	22	162.3	62	100	158.8	102	140	146.7
23	23	250.9	63	101	105.7	103	141	149.7
24	24	142.1	64	102	145.0	104	142	105.7
25	25	138.4	65	103	96.3	105	143	120.3
26	26	96.7	66	104	118.2	106	144	267.5
27	27	72.8	67	105	209.2	107	145	212.0
28	28	111.7	68	106	172.6	108	146	117.9
29	29	200.5	69	107	113.0	109	147	156.3
30	30	164.9	70	108	155.3	110	148	117.9
31	31	199.1	71	109	69.8	111	149	171.3
32	32	174.6	72	110	120.0	112	150	155.3
33	33	71.1	73	111	155.8	113	151	124.2
34	34	297.5	74	112	97.5	114	152	166.3
35	35	97.7	75	113	268.7	115	153	128.9
36	37	223.6	76	114	156.0	116	154	133.7
37	38	73.2	77	115	80.0	117	155	216.2
38	39	117.2	78	116	47.0	118	156	155.7
39	40	275.8	79	117	167.4	119	157	144.0
40	41	66.4	80	118	60.8	120	158	133.7

... continuación

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (KG/CM2) kg/cm2	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (KG/CM2) kg/cm2	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (KG/CM2) kg/cm2
121	159	215.2	161	199	121.3	201	258	93.2
122	160	225.1	162	200	134.9	202	269	170.8
123	161	209.1	163	201	86.0	203	270	180.8
124	162	123.4	164	202	141.1	204	271	143.7
125	163	151.8	165	203	194.1	205	272	150.5
126	164	87.0	166	204	222.6	206	273	47.2
127	165	230.5	167	205	201.9	207	274	174.5
128	166	135.9	168	206	125.3	208	275	156.5
129	167	50.3	169	207	118.4	209	276	47.9
130	168	39.1	170	208	99.9	210	277	145.0
131	169	199.0	171	209	88.0	211	278	129.5
132	170	115.1	172	210	147.9	212	279	259.2
133	171	139.1	173	211	91.2	213	280	102.0
134	172	159.1	174	212	44.9	214	281	114.0
135	173	175.1	175	213	100.6	215	287	227.5
136	174	178.3	176	214	200.5	216	288	82.8
137	175	238.9	177	215	224.7	217	289	91.2
138	176	161.4	178	216	357.3	218	290	119.8
139	177	292.7	179	217	117.2	219	291	169.2
140	178	112.0	180	218	231.4	220	292	170.6
141	179	188.6	181	219	118.2	221	293	135.2
142	180	140.9	182	220	84.8	222	294	137.1
143	181	113.0	183	221	118.2	223	295	140.8
144	182	179.8	184	222	121.1	224	301	84.3
145	183	127.4	185	223	299.8	225	303	214.4
146	184	175.6	186	224	101.6	226	304	211.7
147	185	62.2	187	225	303.5	227	305	157.4
148	186	217.5	188	226	117.2	228	306	160.8
149	187	227.6	189	230	57.4	229	336	241.3
150	188	201.8	190	231	142.8	230	378	144.4
151	189	91.4	191	232	123.2	231	381	121.3
152	190	203.7	192	233	177.3	232	401	183.6
153	191	206.6	193	234	186.0	233	402	152.6
154	192	200.4	194	235	173.0	234	403	117.0
155	193	171.9	195	246	177.4	235	404	182.1
156	194	134.9	196	247	162.6	236	405	129.0
157	195	207.0	197	248	151.3	237	406	137.3
158	196	227.4	198	249	251.6	238	407	118.2
159	197	142.6	199	256	195.1	239	408	197.4
160	198	143.7	200	257	146.9	240	409	131.9

... continuación

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm <sup>2</sup> )	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTEN CIA (kg/cm <sup>2</sup> )
241	410	182.1	281	487	117.2	321	559	83.8
242	411	134.8	282	488	135.9	322	560	149.2
243	416	110.5	283	489	205.4	323	561	200.5
244	417	159.6	284	490	136.4	324	562	205.3
245	418	173.2	285	491	303.5	325	563	130.5
246	419	134.5	286	492	226.1	326	564	157.4
247	420	55.6	287	493	104.8	327	565	163.4
248	421	259.0	288	494	181.0	328	566	119.3
249	423	142.6	289	495	209.1	329	567	77.4
250	424	175.1	290	496	116.1	330	568	111.2
251	425	131.6	291	497	136.9	331	569	100.8
252	426	112.0	292	498	73.8	332	570	120.0
253	427	116.3	293	499	191.0	333	571	221.0
254	428	151.0	294	500	206.8	334	572	96.9
255	448	203.9	295	501	154.9	335	573	154.7
256	458	147.2	296	502	112.0	336	574	121.6
257	459	98.9	297	503	99.0	337	575	127.5
258	460	147.9	298	504	103.7	338	576	116.3
259	465	232.8	299	526	120.3	339	577	195.1
260	466	77.4	300	531	197.5	340	578	136.9
261	467	151.4	301	533	135.7	341	579	126.3
262	468	87.4	302	534	53.9	342	580	195.1
263	469	162.9	303	536	135.9	343	581	198.1
264	470	153.1	304	537	129.5	344	582	134.1
265	471	64.1	305	538	117.9	345	583	84.8
266	472	163.2	306	539	168.6	346	584	209.3
267	473	138.0	307	540	138.1	347	585	71.5
268	474	100.0	308	544	183.8	348	586	117.2
269	475	232.7	309	545	135.9	349	587	121.2
270	476	213.9	310	546	294.0	350	588	81.8
271	477	159.7	311	547	120.3	351	589	49.5
272	478	237.6	312	548	103.7	352	592	97.8
273	479	174.8	313	549	201.9	353	593	135.9
274	480	141.7	314	550	171.7	354	594	124.2
275	481	149.6	315	551	74.5	355	595	125.3
276	482	186.1	316	552	192.5	356	596	174.0
277	483	162.8	317	553	139.2	357	597	287.1
278	484	120.3	318	554	73.5	358	598	105.9
279	485	224.8	319	555	181.0	359	599	129.7
280	486	121.3	320	556	211.5	360	600	17.0

... continuación

Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTENCIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTENCIA (kg/cm2)	Nº	ENSAYO NUMERO	RESISTENCIA (kg/cm2)
361	601	95.1	380	714	194.3	399	734	124.2
362	602	138.0	381	715	95.2	400	735	82.6
363	603	214.6	382	716	147.3	401	736	240.4
364	604	151.6	383	717	53.9	402	737	244.1
365	605	108.8	384	718	208.1	403	738	103.8
366	606	141.2	385	719	159.3	404	739	127.6
367	607	236.6	386	720	69.5	405	740	278.2
368	608	60.9	387	721	76.0	406	741	191.3
369	609	24.9	388	722	103.0	407	742	161.3
370	613	131.6	389	723	152.6	408	743	145.8
371	628	148.2	390	725	114.9	409	744	83.9
372	706	124.2	391	726	142.6	410	745	357.3
373	707	119.6	392	727	152.9	411	746	135.9
374	708	51.2	393	728	194.1	412	747	101.5
375	709	138.0	394	729	200.1	413	748	220.7
376	710	238.3	395	730	162.1	414	749	161.8
377	711	269.4	396	731	191.9	415	750	235.8
378	712	224.8	397	732	143.9	416	751	192.4
379	713	140.3	398	733	43.4			

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

### 4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El presente análisis se basa en los datos de resistencia a la compresión obtenido en la tabla 31 además de datos como:

**Población:** para la ciudad de Puno según censo 2017 es 28,554 viviendas

**Muestra:** La muestra es son los EIR que son en total 750 datos validos

#### 4.3.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL DE TOTAL DE ENSAYOS

- **Media**

Este valor representa la media aritmética que de acuerdo a los datos 750 datos validos de resistencia a la compresión de la tabla 31, este valor es 151.62 kg/cm<sup>2</sup>

- **Mediana**

La mediana de los datos de la tabla 31 es 145.45

- **Moda**

La moda no es aplicable para datos continuos, además de no ser relevante para el presente estudio

#### 4.3.2 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL POR SECTORES

##### 4.3.2.1 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL ENSAYOS EN ZONA CÉNTRICA

- **Media**

Este valor representa la media aritmética que de acuerdo a los datos 334 datos validos de resistencia a la compresión de la tabla 32, este valor es 153.17 kg/cm<sup>2</sup>

- **Mediana**

La mediana de los datos de la tabla 32 es 149.31

#### 4.3.2.2 MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL ENSAYOS EN ZONA PERIFÉRICA

- **Media**

Este valor representa la media aritmética que de acuerdo a los datos 416 datos validos de resistencia a la compresión de la tabla 33, este valor es 150.37 kg/cm<sup>2</sup>

- **Mediana**

La mediana de los datos de la tabla 33 es 143.68

De estos análisis se a conocer una mayor resistencia a la compresión promedio en el área periférica de la ciudad de Puno, situación que obedecería a que las viviendas periféricas son más nuevas que las céntricas. Sin embargo, la diferencia es mínima por ello no se considera de relevancia hacer un estudio discriminando por sectores, en ese marco se procede a los siguientes cálculos estadísticos.

#### 4.3.3 MEDIDAS DE DESVIACIÓN O DISPERSIÓN

- **Varianza muestral**

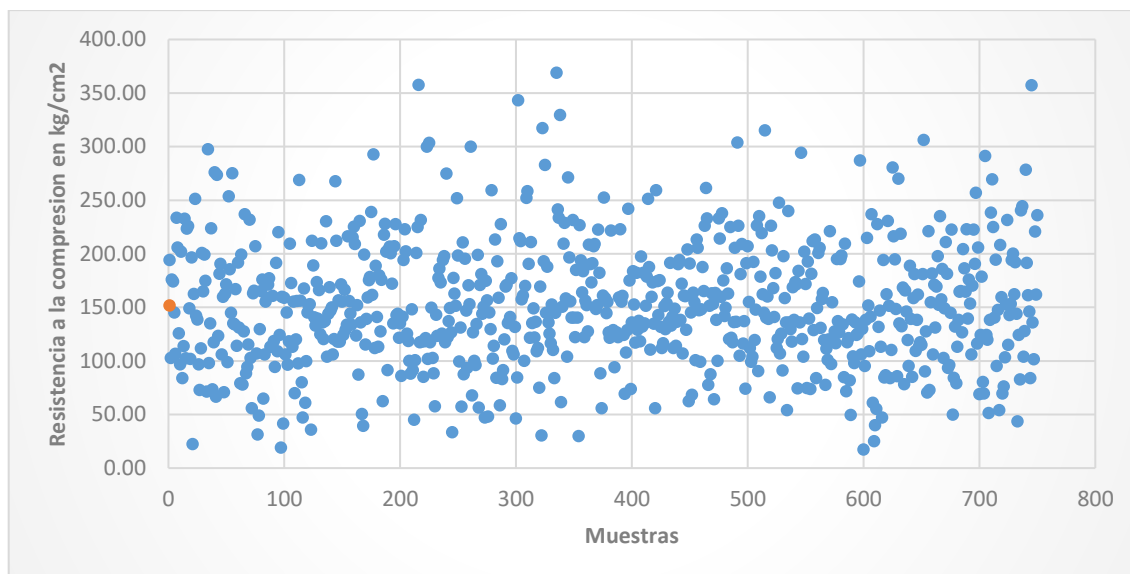
Corresponde a la varianza de la muestra de la tabla 31, este valor de acuerdo a la formula y aun procesamiento mediante herramientas digitales se obtuvo una varianza de 3241.63 lo cual evidencia una gran dispersión de datos

Es importante señalar que esta desviación no necesariamente sea igual a la varianza poblacional.

- **Desviación estándar muestral**

Siendo esta la raíz de la varianza es que de acuerdo a los datos de resistencia expresados en la tabla 31 se tiene que la desviación estándar muestral es del cual para los 750 datos validos es de 56.93 el cual representa una desviación estándar elevada como se puede apreciar a continuación:





**Figura 31:** Dispersión de datos  
**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

- **Coefficiente de variación**

Para los datos de resistencia a compresión del concreto tenemos un coeficiente de variación Siendo esta 0.375 lo cual nuevamente indica el grado de des dispersión de los resultados.

Se puede ver que los resultaos muestran que la resistencia abarca posee una desviación muestra y varianza muestral elevada lo cual indica que los datos abarcan un gran rango de resistencias, en consecuencia, se puede ver concreto de alta resistencia como concreto de muy baja resistencia.

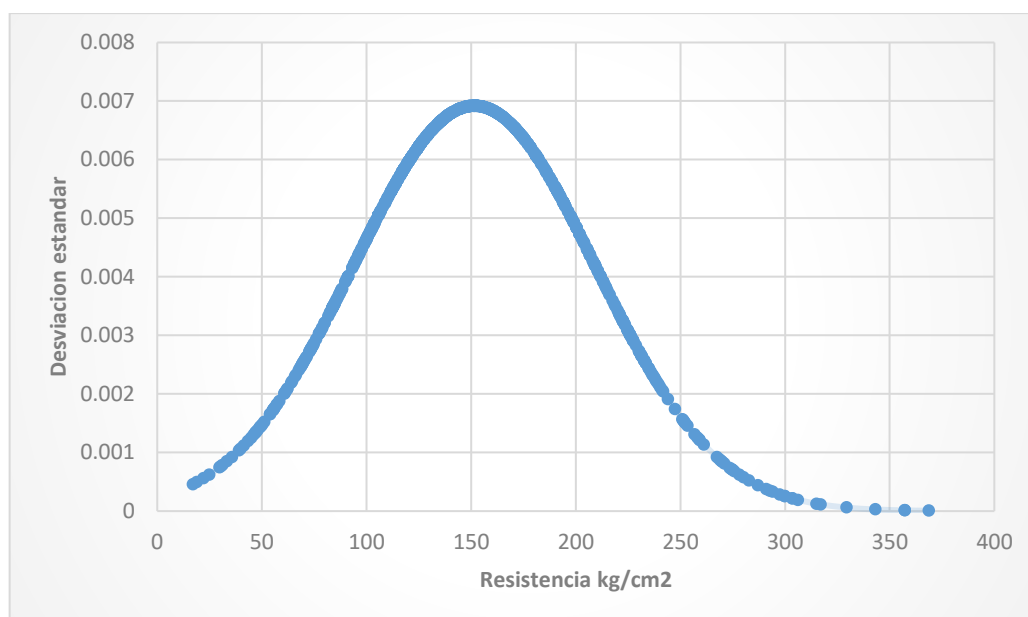
#### 4.2.4 MEDIDAS DE FORMA Y COEFICIENTE DE ASIMETRÍA

Con los datos ya obtenidos de:

Media = 151.62 kg/cm<sup>2</sup>

Desviación estándar = 56.94

Junto con la medida para cada uno de los 750 datos validos es que se genera la distribución normal el cual se muestra a continuación:



**Figura 32:** Curva normal

**Fuente:** Elaboración por el equipo de trabajo

De la forma de la curva mostrada en la figura 32 es que deducimos que la distribución para los datos es una distribución simétrica. Como se muestra en la figura 14.

#### **4.2.5 INTERVALOS DE CONFIANZA, ERROR MÁXIMO Y TAMAÑO DE MUESTRA**

Como ya se vio con anterioridad existen intervalos dentro de los cuales los datos de tendencia central como la media varían, esto obedece a que población no puede ser completamente representada por la muestra, existiendo siempre un margen de error, que a lo que se aboca los intervalos de confianza que guardan una estrecha relación con el error, indicando es ultimo los intervalos

También se sabe que a mayor cantidad de muestras menor será el error, u en consecuencia los intervalos de confianza se reducen

Es común y recomendado para este tipo de muestra tener una confiabilidad del 95% la cual es la confianza adoptada.

Para el preste estudio se tiene:

Población = 28554

Tamaño de muestra = 750

Confianza = 95%

$Z = 1.96$  (Anexo 1)

Considerando se una curva normal

$P = 50\%$

$Q = 50\%$

Precedemos al cálculo que nos muestra el error que es de 3.53%

De este error obtenemos el intervalo de confianza que en porcentaje es del 96.47% a 103.53% el cual expresado en unidades de resistencia del concreto son resistencia que van desde 146.27 kg/cm<sup>2</sup> a 156.97 kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES

#### Conclusiones generales

- La resistencia del concreto a compresión calculada haciendo uso del Ensayo de Índice de Rebote aplicada sobre con un total de 751 puntos de ensayo, de los que se desprende un total de 6,759 mediciones, los cuales muestran que la resistencia a compresión media con base en la tabla 31, es de 151.89 kg/cm<sup>2</sup> con un intervalo de confianza de  $\pm 3.53\%$ , y uno confianza del 95%, lo cual evidencia que los concreto en viviendas solo alcanza el 72.33% de la resistencia mínima para elementos estructurales como las columnas según el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Los resultados de la presente investigación muestran la precariedad en la que la construcción de viviendas en la ciudad de Puno se encuentra, concretamente la resistencia del concreto a esfuerzos de compresión, sabiendo que el 82.26% del concreto vaciado en viviendas de la ciudad de Puno no supera los 210 kg/cm<sup>2</sup> considerado como mínimo según el Reglamento Nacional de Edificaciones a los 28 días, y es a causa de esto que los diseño que algún profesional pudo haber realizado pues quedaría obsoleto ante esta realidad.
- Como lo expresa la desviación estándar de 25.93, las resistencias alcanzadas por los concretos están dispuesta en un amplio margen, desde resistencia de 28.34 kg/cm<sup>2</sup> a concreto de 368.78 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual indica el grado de incertidumbre que de esta cualidad tan importante en la construcción en la construcción de elementos tan básicos y fundamentales como los son las viviendas.
- El Ensayo de Índice de Rebote es un ensayo de fácil uso y gran versatilidad por su capacidad de analizar la resistencia del concreto sin generar daños sobre elemento a ser objeto de estudio, sin embargo su empleo para determinaciones de concreto envejecidos o que tengan varios años de ser vaciados, hace necesario el empleo de factores de corrección, ante esta situación se hace necesaria la toma de grandes cantidades de datos a fin de minimizar errores.

### Conclusiones Específicas

- La resistencia del concreto en áreas periféricas de la ciudad de Puno presenta resistencia medio de 150.37 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se encuentra por debajo de lo recomendado por el Reglamento nacional de Edificaciones.
- La resistencia del concreto en cercanía al centro de la ciudad de Puno presenta resistencia medio de 153.17 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se encuentra por debajo de lo recomendado por el Reglamento nacional de Edificaciones.
- No existe diferencia marcada entre concreto ubicados en zonas céntricas y zonas periféricas de la ciudad de Puno, puesto que la discrepancia de estos se halla dentro del intervalo de confianza.

## CAPITULO VI

### 6. RECOMENDACIONES

- La búsqueda de un plano de zonificaciones de riesgo para la ciudad de Puno en base a la calidad de sus edificaciones, aún se encuentra distante, puesto que aún hace falta un estudio complementario a este, que identifique riesgos estructurales acarreados a malos o inexistentes estudios estructurales, se espera que el presente estudio sirva de apoyo para estudios que vayan en la salvaguarde a la integridad de la población Puneña
- Las investigaciones debieran enfocarse en el contexto local, en ese entender se debiera de investigar de tomar más en consideración las viviendas, puesto que son estas en las que habitamos la totalidad de la población, en consecuencia, es un punto sumamente importante de estudio.
- Es de gran importante la verificación por parte de las municipalidades de la calidad de las edificaciones que se construyen en sus jurisdicciones, es por ello que debieran implementarse medicas a nivel normativo y técnico, que garanticen las resistencias del concreto alcancen la esperadas, en este esfuerzo la comunidad de Ingenieros Civiles deberá de jugar un papel fiscalizador.
- La Universidad Nacional del Altiplano, deberá jugar un papel más relevante al momento de promover la investigación y contribuir realmente en el desarrollo de la región y el país, a través de dar soluciones a problemas tanto ingenieriles, científicas y de otra índole, promoviendo siempre la aplicación de estos estudios muchas veces encapsulados en las páginas de una investigación, pudiendo resolver y mejorar la calidad de vida de las poblaciones.

## CAPITULO VII

### 7. REFERENCIAS

Adrian Licor Cebey (2016). Evaluación de la Carbonatación en hormigones elaborados con cemento de bajo carbono LC.

Antonio José Sáez Castillo (2012). Estadística para ingenieros

Carlos Sanjuan Fernandez (2014). Resistencia del hormigón mediante esclerómetro o índice de rebote.

Guenesis Guevara Fallas (2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto.

Isabel Galan Garcia (2011). Carbonatación del hormigón: combinación de CO<sub>2</sub> con las fases hidratadas del cemento y frente de cambio de pH

J. Gabriel Gomez Cortes (2008). Determinación del índice esclerometrico en hormigones: factores que lo afectan

Jairo Rene Niño Hernandez (2010). Tecnología del concreto tomo 1.

Lizandra yelina Garay Pichardo & Carol estefani Quispe Cotrina (2014), Estudio del concreto elaborado en los vaciados de techos de viviendas en Lima y evaluación de alternativa de mejora mediante el empleo de aditivo superplastificante (reductor de agua de alto rango)

Luis Alberto Rojas Keim (2006) Estudio de la durabilidad de estructuras antiguas de hormigón armado, con énfasis en la corrosión de las armaduras.

Nelson Hermes Quispe Amanqui (2017). Influencia del gradiente térmico en la resistencia del concreto en la ciudad de Puno – 2017

Nestor F. Ortega & Mariela Ripani (2007). Experiencias en el empleo de ensayos no destructivos, en el análisis de estructuras de hormigón afectadas por diferentes situaciones patológicas.

Papadakis, M. & Venuat, M. (1968). Fabricación, características y aplicaciones de los diversos tipos de cemento.

Willian M. Pancca Cruz (2018). Estudio comparativo del diseño, costo, producción y calidad del concreto dosificado in situ vs. Premezclado, para zonas accesibles de las ciudades de Puno y Juliaca.