



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de Tuberías HDPE para Reducir La Vulnerabilidad Sísmica
en las Líneas de Agua Potable, El Agustino, Lima 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Abanto Romero, Wilfredo Junior (ORCID: 0000-0002-7009-3519)

ASESOR:

Dr. Hermer Ernesto Alzamora Román (ORCID: 0000-0002-2634-7710)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mis padres, hermanos, tíos y primos por brindarme su apoyo en esta y todas las etapas de mi vida y por ayudarme en la consecución de mis metas.

A mis compañeros de la universidad y amigos.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme paciencia, sabiduría y dedicación siempre en cada paso en mi camino.

A la Universidad Cesar Vallejo por haberme dado la oportunidad de terminar mi formación profesional.

A los profesores por sus continuas enseñanzas.

A mi familia que a pesar de las adversidades siempre están apoyándome en cada uno de los proyectos que emprendo.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
INDICE DE CONTENIDOS	iv
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo de Investigación:	13
3.2. Diseño de investigación:	13
3.3. Variables y operacionalización:.....	14
3.4. Población, muestra y muestreo:.....	16
3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:	18
3.6. Procedimientos:	19
3.7. Método de análisis de datos:.....	20
3.8. Aspectos Éticos:.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
4.1. Descripción de la zona de estudio:	22
4.2. Recopilación de Información:	24
4.3. Trabajo de Campo:.....	26
4.4. Tipo de Suelo	28
4.5. Vulnerabilidad Sísmica de Líneas Vitales de Agua Potable existentes: ..	31
4.6. Comportamiento Sísmico de Tuberías HDPE:	39
4.7. Propuesta de Tuberías para reducir la vulnerabilidad Sísmica:	40
V. DISCUSIÓN.....	43
VI. CONCLUSIONES.	48
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS:.....	52
ANEXOS:	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.	15
Tabla 2: Tuberías existentes en El Agustino.....	16
Tabla 3: Procedimiento.....	19
Tabla 4: Características Geográficas de El Agustino.....	22
Tabla 5: Límites Geográficos de El Agustino.....	22
Tabla 6: Características de Tuberías existentes en El Agustino.....	25
Tabla 7: Ensayos de Laboratorio.....	26
Tabla 8: Límites de Atterberg.....	27
Tabla 9: Microzonificación Sísmica según CISMID.....	29
Tabla 10: Resultados de laboratorio según Clasificación SUCS.....	30
Tabla 11: Datos para calcular rotura por km de tubería.....	32
Tabla 12: Tuberías existentes en zona de estudio.	33
Tabla 13: Rotura por KM en sismo Grado VII.....	35
Tabla 14: Rotura por KM en sismo Grado VIII.....	36
Tabla 15: Rotura por KM en sismo Grado IX.....	38
Tabla 16: Rotura por KM Tubería HDPE.....	39
Tabla 17: Promedio de Rotura total.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plano de la Zona de Estudio	23
Figura 2. Recopilación de Información a través de la Ficha Técnica. Fuente: Elaboración Propia.....	24
Figura 3. Carta de Plasticidad. Fuente: NTP 339.129	28
Figura 4. <i>Escala de Mercalli. Fuente: IGP</i>	31
Figura 5. <i>Mapa de tuberías existentes en la Urb. Seremsa. Fuente: Elaboración Propia</i>	34
Figura 6. <i>Rotura de tuberías por KM ante sismo de Grado VII. Fuente: Elaboración Propia</i>	35
Figura 7. Rotura de tuberías por KM ante sismo de Grado VIII. Fuente: Elaboración Propia.....	37
Figura 8. Rotura de tuberías por KM ante sismo de Grado IX. Fuente: Elaboración Propia.....	38
Figura 9. Rotura de tuberías HDPE por Km. Fuente: Elaboración Propia.....	39
Figura 10. Promedio de rotura total por Km. Fuente: Elaboración Propia.....	41
Figura 11. Mapa de Tuberías a Reemplazar. Fuente: Elaboración Propia.....	42
Figura 12. Mapa de Microzonificación Sísmica. Fuente: Elaboración Propia.....	45
Figura 13. Daños más comunes en el sismo de 2007. Fuente: Alcántara Toribio, Pág. 92.....	46

RESUMEN

La presente investigación titulada “PROPUESTA DE TUBERIAS HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020” tiene como objetivo principal proponer la tubería HDPE para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020.

Se utilizó la metodología aplicada experimental cuantitativa, la que se basó en analizar el comportamiento sísmico tanto de las tuberías existentes en el área de estudio como el comportamiento de la tubería propuesta a través de la aplicación de la curva de fragilidad de Yamazaki y Muruyama apoyándose en el mapa de microzonificación sísmica de CISMID, estudio de suelos y la ficha de recolección de datos.

Luego de realizar el análisis en 3 diferentes velocidades sísmicas 30, 50 y 70 cm/s respectivamente se obtuvo como resultado que las tuberías con mejor comportamiento sísmico fueron las hechas de hierro dúctil, acero y las tuberías HDPE teniendo en promedio un índice de rotura inferior a 0.24 % por km ante un evento sísmico crítico. Las tuberías con mayor grado de vulnerabilidad fueron las hechas de asbesto cemento, pvc y fierro fundido teniendo un índice de rotura superior a 0.35% por cada km de tubería ante un sismo grado IX en la escala de Mercalli.

Luego de analizar los resultados se puede determinar que hay una injerencia directa entre el tipo de suelo y vulnerabilidad sísmica de las tuberías ya que las tuberías asentadas en un suelo con un índice de plasticidad muy bajo son más propensos a sufrir daños ante un movimiento sísmico, así mismo la tubería propuesta tiene una excelente respuesta ante un sismo por lo tanto su uso reduciría la vulnerabilidad sísmica en las líneas vitales de agua potable lo que permitiría mitigar los daños causados ante un posible sismo.

Palabras Clave: Vulnerabilidad sísmica, Tuberías HDPE, sismo, curva de fragilidad, agua potable.

ABSTRACT

The main objective of this research entitled “HDPE PIPES PROPOSAL TO REDUCE SEISMIC VULNERABILITY IN EL AGUSTINO 2020 DRINKING WATER LINES” has as its main objective to propose HDPE pipes to reduce seismic vulnerability in El Agustino 2020 drinking water lines.

The applied quantitative experimental methodology was used, which was based on analyzing the seismic behavior of both the existing pipes in the study area and the behavior of the proposed pipeline through the application of the Yamazaki and Muruyama brittleness curve, relying on the CISMID seismic microzoning map, soil survey and data collection sheet.

After carrying out the analysis at 3 different seismic speeds 30, 50 and 70 cm / s respectively, it was obtained as a result that the pipes with the best seismic behavior were those made of ductile iron, steel and HDPE pipes, having on average a lower failure rate. to 0.24% per km before a critical seismic event. The pipes with the highest degree of vulnerability were those made of asbestos, cement, pvc, and cast iron, with a failure rate greater than 0.35% for each km of pipe in the event of a grade IX earthquake on the Mercalli scale.

After analyzing the results, it can be determined that there is a direct interference between the type of soil and the seismic vulnerability of the pipes since pipes laid on a ground with a very low plasticity index are more prone to damage in the event of a seismic movement. Likewise, the proposed pipeline has an excellent response to an earthquake, therefore its use would reduce the seismic vulnerability in the vital drinking water lines, which would allow to mitigate the damage caused by a possible earthquake.

Keywords: Seismic vulnerability, HDPE pipes, earthquake, fragility curve, drinking water.

I. INTRODUCCIÓN.

En las últimas décadas se han presentado sismos de gran envergadura en distintas ciudades a nivel mundial tales como Sechuan (China), Coquimbo (Chile), Sumatra (Indonesia) y sin ir muy lejos tenemos el sismo ocurrido en el 2007 en la ciudad de Ica (Perú), estos movimientos telúricos no solo afectan las viviendas, puentes o pistas sino también afectan las líneas vitales como telecomunicaciones, redes eléctricas, redes de alcantarillado, redes de agua potable, redes de gas, entre otros.

Las zonas con mayor riesgo de sufrir un movimiento sísmico son las que se encuentran cerca del cinturón de fuego del pacífico y nuestro país se encuentra sobre las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana por lo tanto el riesgo de sufrir un desastre sísmico es alto.

De acuerdo a INEI (2020), más del 90% de los peruanos tienen acceso al agua para satisfacer sus necesidades, a través de diversas fuentes, por lo tanto al suceder un evento sísmico que afecte las líneas vitales de agua potable (roturas, destrucción, grietas) afectaría gravemente a la población incluida dentro del estudio que no podría acceder a este recurso, y que tendría que hacer uso de camiones cisterna, pozos, acequias o manantiales para abastecerse de agua potable para su consumo.

El último sismo de magnitud alta que afectó en gran medida al Perú fue el que se suscitó en la ciudad de Ica el día 15 de agosto de 2007, de acuerdo a INDECI (2011), el sismo generó daños en las líneas de agua y alcantarillado que ascienden a más de S/. 80 millones, los gastos directos ascienden a la suma de S/. 77 millones; y están relacionados a la totalidad de daño que se produjo en las líneas de agua potable y alcantarillado. Este monto representa más de 6 veces el gasto que se ejecutó en el año 2007 a través de las municipalidades de cada provincia aledaña a Ica. Si se hubiera ejecutado correctamente los planes de mantenimiento al agua potable y alcantarillado el monto del daño se hubieran ahorrado en promedio unos S/. 64,2 millones.

La red de agua potable de Lima Metropolitana cuenta con tuberías de más de 50 años de antigüedad esto se corrobora con el estudio publicado por Diario Correo (2017) en el que indica que el 80% de las tuberías de la ciudad a cargo de distribuir

el agua potable debe ser renovado, debido a su estado de precariedad, deterioro y años de uso.

En El Agustino existen tuberías de abastecimiento de agua de diversos materiales tales como: asbesto-cemento, hierro fundido, PVC, acero reforzado, etc, encontrándose en la mayoría de red de agua potable las tuberías de asbesto-cemento y PVC dichos materiales son los menos adecuados para resistir un movimiento sísmico debido su poca resistencia a la tensión, tracción y torsión, por otro lado las tuberías que se encuentran en menor proporción dentro del distrito son las de hierro dúctil y concreto pretensado que son tuberías que pueden resistir mejor un evento sísmico.

Las tuberías HDPE (High Density Polyethylene), tienen una gran resistencia a la tensión, tracción y torsión, además son resistentes a bajas temperaturas, tienen baja permeabilidad y poseen un promedio de vida de 50 años aproximadamente.

Las líneas vitales de agua potable son de gran importancia para el sostenimiento de la población de nuestra ciudad por lo que una falla o interrupción de las mismas acarrearía en grandes daños y perjuicios para la población a nivel económico social y sanitario, es por eso que se necesita la mitigación de estos daños identificando las zonas con mayor vulnerabilidad sísmica y proponiendo el tipo de tubería que tenga el mejor comportamiento sísmico ante un eventual desastre.

El problema general de la investigación es ¿En qué medida la propuesta de tubería HDPE reducirá la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020?, teniendo como problemas específicos a) ¿Cuál es la injerencia del tipo de suelo en el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable de El Agustino 2020?, b) ¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las líneas de agua potable de El Agustino 2020? y c) ¿Cuáles son los tipos de tubería adecuados para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020?.

En el Perú hay un crecimiento demográfico sostenido, es por ello que la población cada año requiere un mayor abastecimiento de agua, teniendo en cuenta que el agua es un recurso básico y primordial para preservar la vida de las personas, es de vital importancia garantizar su acceso a toda la población en condiciones normales o ante un desastre natural, además a pesar de que nuestro país se

encuentre ubicado en el cinturón de fuego del pacifico, una zona de frecuente actividad sísmica, no tiene muchos estudios en cuanto a riesgo sísmico, por tal motivo el proyecto de investigación pretende determinar el comportamiento sísmico de las tuberías de agua potable existentes dentro de El Agustino con el objetivo de ubicar las zonas más vulnerables ante un movimiento sísmico y proponer los tipos de tuberías más adecuados para reducir dicha vulnerabilidad y así poder garantizar la distribución de agua durante y después de que se suscite un sismo.

Con esta investigación vamos a poder obtener información actualizada de los tipos tuberías de agua potable existentes en el distrito y su respuesta ante un sismo de magnitud media y alta, lo que permitirá realizar reemplazos o reparaciones de tuberías en función a su estado actual o en función a las tuberías propuestas en la investigación lo que permitirá que la población del distrito no vea interrumpido su abastecimiento de agua potable, así mismo, será un gran aporte para futuros diseños de saneamiento dentro del distrito o para poder replicar en otros distritos.

El objetivo principal de la investigación es: Proponer la tubería HDPE para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020 y los objetivos específicos son: a) Estimar la injerencia del tipo de suelos en el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable de El Agustino 2020, b) Analizar la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020 y por ultimo c) Establecer los tipos de tubería adecuados para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020.

La hipótesis general de la investigación es: La propuesta de tubería HDPE reducirá la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020 y las hipótesis específicas son: a) Hay injerencia del tipo de suelos en el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable de El Agustino 2020, b) La vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020 es alta y por último c) Los tipos de tuberías propuestos reducirán la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020.

II. MARCO TEÓRICO.

El marco teórico es la agrupación de información necesaria que nos sirve de base para desarrollar el proyecto de investigación, son los conceptos estudiados por diferentes personas (autores) a lo largo del tiempo, al respecto Pardinás sostiene:

“El marco teórico de un trabajo de investigación son hipótesis, características asociadas a las mismas (significancia, errores probables, probabilidades, pruebas estadísticas, decisiones relacionadas a la prueba, entre otros), así mismo marco teórico también engloba otras conclusiones de problemáticas con variables parecidas o iguales sean”. (Pardinás, 2005, p. 77).

Los antecedentes de un trabajo de investigación son el conjunto de estudios, proyectos y/o trabajos relacionados al tema estudiado, los cuales nos ayudarán a describir la naturaleza de la problemática escogida, al respecto Bernal nos dice:

“que los antecedentes, tienen como objetivo principal señalar el conocimiento relacionado a un campo específico (...), esos estudios muestran el principal conocimiento y actualizado, las tendencias, los núcleos problemáticos, los vacíos, los principales enfoques o escuelas (...) y los avances sobre un tema determinado” (Bernal, 2010, p.112).

De manera adicional, Retamozo (2014), establece que “los antecedentes tienen el objetivo de señalar que el mismo tema ya fue analizado por otros investigadores (...) y, al mismo tiempo, demostrar que aún hay algo adicional que se puede decir o mostrar con respecto a dicho tema” (p.185). Para este trabajo se tomarán como antecedentes nacionales e internacionales tesis y artículos científicos recopilados de repositorios académicos y bases de datos confiables.

Como antecedentes nacionales encontramos lo estudiado por Toribio Alcántara (2014), en su tesis que lleva por **título** “Evaluación de los daños ocasionados en el sistema de abastecimiento de agua debido al terremoto del 15 de agosto de 2007 en la provincia de Pisco”, Toribio estableció como **principal objetivo** brindar un plan de mitigación que permita disminuir los daños en las partes con mayor grado de vulnerabilidad en el sistema de agua y saneamiento existente ante un evento sísmico, para su tesis aplicó la **metodología** no experimental, encontrado como **resultado principal** que el deterioro de las líneas vitales de agua y alcantarillado

en la ciudad de Pisco están íntimamente relacionados con la información brindada por INDECI/PNUD a través de unos mapas de riesgo, **concluyendo** que los lugares dentro del sistema que cuentan con accesorios de hierro fundido son las que más daño sufrirían por el agrietamiento de este material ,las estructuras elaboradas de concreto llegaron a sufrir un daño menor, presentando solo grietas en los muros, en relación a los reservorios los que se encontraban asentados sobre suelos estables soportaran de mejor manera las aceleraciones sísmicas, de igual manera los materiales usados para las conexiones principales deben ser de una adecuada calidad.

Así mismo tenemos lo estudiado por Luz Encarnación (2017), en la tesis **titulada** “Vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017”, fijo como **principal objetivo** estimar la respuesta sísmica de las líneas de impulsión en el distrito de Puente Piedra, la **metodología** que aplico el autor es la no experimental, obteniendo como **resultado** que ante un movimiento sísmico las tuberías que presentarían un mayor daño son las de tipo Asbesto Cemento y PVC, finalmente fijo como **conclusión** que se debe realizar un mantenimiento preventivo del sistema de impulsión estudiado y cambiar las tuberías que presenten mayores daños posibles.

Así mismo como último antecedente nacional tenemos lo estudiado por Georgina Rubio y Ana Guerrero (2017), en el artículo científico **titulado** “Vulnerabilidad en sistemas de agua potable y alcantarillado ante inundaciones en el distrito de Trujillo, Perú”, determino como **objetivo** general estimar el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable y saneamiento en el distrito de Trujillo, como **metodología** aplico la no experimental, obteniendo como **resultado** principal un mapa de riesgos donde se identifica las áreas prioritarias de atención en caso de un desastre, así como laminas que incluyen los índices de inundación por zonas, finalmente fijo como **conclusión** que se debe realizar un plan de prevención y mitigación en la ciudad de Trujillo con la finalidad de reducir los daños posibles ante un desastre.

Como antecedentes internacionales tenemos a Ancas et al. (2019), en su artículo **titulado**: “System for Increasing the Seismic Safety of Pipelines in the Water Supply and Distribution Networks”, fijándose como **objetivo** general proponer un sistema

de seguridad sísmica para las tuberías de transporte de agua, la **metodología** que aplicaron los autores son de tipo experimental, encontrado como **resultado** que en las mediciones del diseño experimental, se puede notar que la goma central del sistema no sufre ningún cambio significativos en el ancho, lo que indica que se comporta muy bien al asumir y amortiguar el desplazamiento relativo de los dos extremos de la tubería. Además, la variación de espesor al final de los tres escenarios considerados es 0.48%, estando dentro del alcance de errores de medición o eventuales imperfecciones resultantes de la fabricación de la banda, **concluyendo** ante un movimiento sísmico para evitar un desmantelamiento total, requiere la observancia de medidas y recomendaciones de protección antisísmica para redes de agua tales como: a) La provisión de manguitos de expansión en juntas de tuberías con construcciones rígidas (tanques, paredes, pozos de anclaje, etc.); y b) La provisión de juntas flexibles ubicadas en la vía recta de la tubería.

Del mismo modo, Marcelo Ancán (2019), en la tesis **titulada**: “Análisis de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento hídrico de la ciudad de Antofagasta”, estableció como **objetivo** general analizar los diferentes factores que determinan la vulnerabilidad de un conjunto de líneas vitales de agua, la **metodología** que aplico es la de tipo no experimental, encontrado como **resultado** las características completas de todo el sistema hídrico de la ciudad, los componentes existentes y el flujo que sigue el agua desde el inicio de la ciudad con los diversos tipos de abastecimientos existentes hasta las viviendas que cuentan con el agua potable, teniendo como **conclusión** que la implantación de un sistema de desalación como fuente primaria de agua potable contribuye al incremento de disponibilidad de agua potable de la ciudad y la reducción de los índices de vulnerabilidad.

Por último, Melvin Gonzalez (2016), en su tesis **titulada**: “Respuesta estática y sísmica de gasoductos”, estableció como **objetivo** general mostrar el análisis del comportamiento sísmico de las líneas vitales enterradas, la **metodología** que aplico es la de tipo no experimental, encontrado como **resultado** principal modelos de elementos finitos que ayudan a realizar simulaciones para poder determinar el comportamiento sísmico de las tuberías y compararlas con el método Kennedy, **concluyendo** que para estimar mejor la respuesta de las líneas vitales ante

movimientos sísmicos es preferible usar el método de elementos finitos en comparación al método Kennedy.

Las bases teóricas del proyecto de investigación contienen toda la teoría relacionada a las variables de estudio que han sido estudiadas y mencionadas en libros, autores o revistas de investigación, con la finalidad de tener una base teórica que sustente nuestra investigación, al respecto Tamayo indica:

“Se necesita siempre tener en cuenta el marco teórico, porque esto agranda el detalle de problema y permite asociar las bases teóricas con la investigación; resumiendo es toda la teoría relacionada al problema que tiene como objetivo ayudarnos a esclarecer y ordenar mejor todos los elementos que se encuentran en el trabajo de investigación, para así poder manejarlos y convertirlos en una palabra, es la teoría del problema, y tiene como fin ayudarnos a precisar y organizar los elementos contenidos en la descripción del problema, de tal forma que puedan ser manejados y convertidos en hechos precisos” (Tamayo, 1998, p.177).

Vulnerabilidad Sísmica: De acuerdo a INDECI la “Vulnerabilidad es el grado de fragilidad o manifestación de un componente o grupos de elementos según el acontecimiento de una amenaza natural o antrópico de una dimensión estudiada” (2006, p. 18), al respecto The Institution of Civil Engineers (1999), sostiene que “La vulnerabilidad sísmica, es el grado perjuicio de un elemento en peligro producto de un movimiento sísmico. Esta vulnerabilidad se expresa a través de la relación entre el daño esperado y el daño máximo posible. El elemento que se encuentra en peligro puede ser cualquier tipo de edificación tales como, una casa, un edificio, un conjunto habitacional, un conjunto de redes de tuberías”. Sousa Oliveira et al. (2006, p. 13), establece que “la vulnerabilidad es nivel de comportamiento de un determinado sistema (casa, edificio, colegio, líneas vitales, entre otros) en respuesta a un movimiento sísmico. Un sistema con mayor nivel de vulnerabilidad es el que ante una acción sísmica no puede responder de manera adecuada

Componentes de vulnerabilidad sísmica: Dentro del trabajo de investigación incluiremos la vulnerabilidad física y funcional como componentes. Con respecto a la **vulnerabilidad física** Wilches Chaux (1993), indica que “se relación

directamente con la ubicación de los asentamientos humanos en lugares de peligro y también a las falencias estructurales para disipar los daños de dichos peligros, de manera adicional la vulnerabilidad física se enlaza con los desplazamientos y esfuerzos que posee cualquier estructura al momento de soportar el movimiento sísmico mitigando los posibles daños causados”. Encarnación (2017, p. 15), indica que “las principales propiedades que establecen la vulnerabilidad física de una estructura son la tolerancia para soportar cargas actuantes, la ductilidad, la flexibilidad y por último la capacidad disipador”.

En relación a la **vulnerabilidad funcional** Grillo, Vaz y Rizo nos menciona que “está profundamente relacionada con las partes funcionales de la misma estructura; donde se adiciona las características físicas, de las que dependen las edificaciones tales como red de datos, gua, desagüe, electricidad” (2014, p. 71) y Encarnación (2017, p. 16), indica que “las características que originan la vulnerabilidad funcional son: la respuesta de los componentes a trabajar en malas condiciones, la dependencia entre las diversas parte del sistema y con sistemas externos, además de su interacción entre sí y con el exterior”.

Líneas de agua potable, Cárdenas (2010, p. 4), lo define como “un sistema de distribución de agua para el consumo humano que consiste en un grupo de acciones necesarias para recoger, transportar, purificar, acumular y repartir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta cada uno de los hogares que pueden acceder a dicho servicio”.

Tubería, según el Diccionario de la Real Academia Española (2020), es “un conducto formado de tubos por donde se lleva el agua, los gases combustibles, etc”. Existen tuberías con diversos tipos de material, de acuerdo a SEDAPAL (2018), dentro de El Agustino “existen tuberías de Asbesto-Cemento, Hierro Dúctil, acero, acero reforzado, concreto reforzado, fierro fundido, fierro galvanizado, concreto pretensado y PVC”.

Tubería HDPE (High High Density Polyethylene), de acuerdo a SEDAPAL (2019), son “tuberías basadas en polietileno de alta densidad, que es un polímero de la familia de los polímeros olefínicos (como el polipropileno), o de los polietilenos. Es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno”.

Curvas de Fragilidad, son “una estimación del comportamiento sísmico de una estructura en relación a términos probabilísticos, muestran la probabilidad que posee una estructura para exceder su estado límite relacionado con un parámetro que demarca la intensidad del desplazamiento del suelo. Los principales métodos usados para su estimación son: Métodos que se basan en una observación de campo, métodos experimentales, métodos basados en la opinión de expertos y métodos analíticos”, (Bonett, 2003).

Curva de Fragilidad de Yamazaki y Maruyama, en la Universidad de Chiba Japón después de analizar el sismo de Kobe ocurrido en el 1995, Yoshihisa Maruyama y Fumio Yamazaki (2010), propusieron que “el cálculo de la tasa de daño de tuberías de distribución de agua (el número de daños o incidentes por kilómetro de longitud de una tubería) se estima utilizando la fórmula $R(v)=C_p \cdot C_d \cdot C_g \cdot C_I \cdot (v)^b$ ”.

Donde el coeficiente R_m representa el índice de daño por km de línea vital (tubería), mientras que C_p , C_d , C_g , y C_I son coeficientes correctivos relacionados con el material que compone la tubería, el diámetro, las condiciones geológicas y la licuefacción del terreno respectivamente, siendo v la máxima velocidad (PGV).

Yoshihisa Maruyama y Fumio Yamazaki (2010), indicaron que “el valor de (v) se estima para una tasa de daño en tuberías de hierro fundido (CIP) con rango de diámetros entre 100–150 mm. en base a una regresión de valores de la base de datos de los tubos dañados por sismo en el sistema: $R(v)=c \cdot (v-A)^b$, donde b , c , y A son los coeficientes de regresión, considerando la base de datos del sismo de Kobe de 1995, Isoyama obtuvo el siguiente resultado para $R(v)$: $R(v)=3.11 \times 10^{-3} \cdot (v-15)^{1.30}$ ”.

“Se asumió que el valor de A se encuentra entre 0 y 30 cm/seg. y experimentaron análisis de regresión con cambios de A en intervalos de 5 cm/seg. Según los autores consideran que el valor de A debe ser 15 cm/seg, pues con este valor la correlación entre PGV y la relación de daños alcanzaría su valor máximo”. (Yoshihisa Maruyama y Fumio Yamazaki (2010).

III. METODOLOGIA.

3.1. Tipo de Investigación:

Suárez Pérez et al. (2004, p. 2), establece que “La investigación científica es un desarrollo moderado, consecuente, experimental y preciso sobre la supuesta relación entre eventos naturales”.

Este proyecto se desarrolló tomando como base el método científico, cimentándose en la observación de diversos tipos de eventos.

Tipo de investigación: Este puede posicionarse en dos tipos, la básica y la aplicada, respecto al tipo de investigación aplicada Murillo sostiene lo siguiente:

“La investigación de tipo aplicada también es conocida como investigación experimental o empírica, caracterizada por buscar el uso de diversos conocimientos aprendidos mientras se van adquiriendo otros, después de aplicar y organizar la investigación. La utilización de los conocimientos y los efectos de la investigación muestran la realidad del problema investigado”. (Murillo, 2008).

En relación a lo descrito por el autor el presente proyecto fue de tipo aplicada, puesto que se usarán conocimientos de tipo teórico y práctico con la finalidad de proponer el uso de tuberías HDPE en las líneas de agua potable para mejorar el comportamiento sísmico de las tuberías existentes dentro de la zona de estudio.

3.2. Diseño de investigación:

Comprende las diferentes etapas que llevara a cabo el investigador durante su estudio, al respecto Kerlinger expuso lo siguiente:

“El diseño de investigación está conformado por el cronograma y la distribución de la investigación, y nace con la finalidad de obtener respuestas a todas las preguntas formuladas a través de la investigación. El cronograma es el plan estructurado de la investigación; incorpora un borrador de lo que el investigador pretende realizar, desde la formulación de las hipótesis y sus

implicancias hasta la obtención de los resultados. La distribución de la investigación es de carácter más complejo por ende es difícil definirlo de manera clara y contundente” (Kerlinger, 2002, 403).

Existen dos tipos de diseños de investigación a aplicar en el proyecto, estos son el diseño experimental y el no experimental, al respecto del diseño experimental Fidiás sostiene que:

“La investigación experimental es un desarrollo que reside en controlar a una persona o grupo de personas, a definidas situaciones, estímulos o procedimientos con relación a la variable independiente, para analizar las causas que se originan (variable dependiente)”. (Fidiás Arias, 2012, p. 34).

Por ende, este proyecto de investigación fue de tipo experimental puesto que la variable independiente se manipulará de manera intencional con la finalidad de obtener un cambio sustancial en la variable dependiente.

3.3. Variables y operacionalización:

Arias (2006), sostiene que “una variable es una propiedad o particularidad, intensidad o tamaño susceptible de presentar algún tipo de cambio y que es objeto de analizar, medir, manipular o controlar dentro del trabajo de investigación”.

Dentro del proyecto tenemos las siguientes variables de estudio:

- Variable Independiente: Propuesta de Tubería HDPE
- Variable Dependiente: Vulnerabilidad Sísmica.

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables.

“Propuesta de tuberías HDPE para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020”						
Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de Medición
Variable Independiente: Propuesta de Tubería HDPE	“Las tuberías HDPE son basadas en polietileno de alta densidad, que es un polímero de la familia de los polímeros olefinicos (como el polipropileno”. (SEDAPAL, 2020).	Para proponer la tubería HDPE se analizará su comportamiento sísmico a través de la curva de fragilidad de Yamazaki, para comprarlo con las tuberías existentes.	Características tubería HDPE	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de material. • Longitud. • Diámetro. • Comportamiento sísmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de recolección de datos. • Curva de Vulnerabilidad. • Excel. 	Razón
Variable Dependiente: Vulnerabilidad Sísmica.	“La vulnerabilidad sísmica, es el grado perjuicio de un elemento en peligro producto de un movimiento sísmico”. (The Institution of Civil Engineers, 1999).	La vulnerabilidad sísmica se evaluará a través de la de la curva de fragilidad de Yamazaki y Maruyama con la información recopilada de SEDAPAL y el MVCS.	Tipos de tuberías existentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de material. • Longitud. • Diámetro. • Comportamiento sísmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de recolección de datos. • Curva de Vulnerabilidad. • Excel. 	Razón
			Vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Física. • Funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Granulométrico. • Límites de atterberg. • Curva de vulnerabilidad • Excel. 	Razón

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Población, muestra y muestreo:

Población: Se encuentra constituida por una cantidad determinada de elementos con características afín, que son analizadas por el investigador, al respecto Riquez y Col define:

“La población es el conjunto total finito o infinito de elementos o unidades de observación que se consideran en un estudio (nación, estados, grupos, comunidades, objetos, instituciones, asociaciones, actividades, acontecimientos, personas), es decir, que significa el universo de la investigación sobre la cual se pretenden generalizar los resultados. Por otra parte, esta población debe estar constituida por características o estratos que le permitan distinguir los sujetos uno de los otros”. (Riquez y Col, 2002. p.48).

La población para este trabajo de investigación estuvo constituida por toda la red de agua potable existente dentro de El Agustino que de acuerdo a información de SEDAPAL se estima en 227 km de tuberías aproximadamente.

Tabla 2: *Tuberías existentes en El Agustino.*

Material de Tub.	Cantidad existente
Asbesto	2814
Acero	21
Acero Reforzado	21
Concreto Reforzado	39
Fierro Fundido	23
Fierro Galvanizado	6
Hierro Dúctil	49
Concreto Pretensado	22
PVC	2680
Total	5746

Fuente: Elaboración Propia

Muestra: La muestra está determinada por una parte de la población total a ser estudiada, Sampieri concluye que:

“La muestra es un subgrupo de lo ya mencionado, donde se recolectarán aquellas informaciones que por ellos esto debería estar determinado de manera precisa y representativa a la población, es decir es parte de la población que será estudiada”, (Sampieri, 2006, p. 173).

La muestra estará constituida por la red de tuberías ubicada en la Urb. Seremsa, en donde se realizó un estudio de suelos compuesto por 12 calicatas con la finalidad de determinar el tipo de zonificación y los límites de atterberg para poder determinar el comportamiento sísmico de la red de agua potable existente.

Muestreo: Existen dos tipos de muestreo el probabilístico y el no probabilístico, al respecto de este último Sampieri define:

“La elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características del investigador o del que hace la muestra. Por lo tanto, el procedimiento a seguir no es mecánico, ni se basa en fórmulas de probabilidad, ya que depende del proceso de toma de decisiones de una persona o grupo de personas. Una ventaja de este tipo de muestra, se refleja en la utilidad para un determinado diseño de estudio que más que requerir una representatividad de los elementos de una población, se enfoca más en “una cuidadosa y controlada selección de sujetos con ciertas características especificadas previamente”, (Sampieri, 2006, p. 207, 227).

Por consiguiente, la técnica de muestreo empleada para el trabajo de investigación fue la no probabilística, porque escogimos la muestra de manera intencional de basándose en el criterio investigativo.

3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos:

Técnicas de recolección de datos: Al respecto Risquez y Col define que:

“Las técnicas e instrumentos de recolección de datos son los medios usados para ayudar al investigador en la obtención y el análisis de los sucesos investigados, estos son cuantiosos y cambian en relación a las características que se van a evaluar”. (Rizquez y Col, 2002, p.56).

Para este proyecto de investigación se usó la observación directa y el análisis de los documentos recopilados como técnica de recolección de datos, para tal fin se programaron visitas oculares a la zona de estudio y se pidió información a SEDAPAL sobre el mapa de la red de tuberías existentes en el distrito de El Agustino.

Instrumentos de recolección de datos:

(Rojas Soriano, 199, p. 204) sostiene que: “Los instrumentos de investigación proporcionan los datos que serán procesados y analizados por el investigador. Así mismo tiene que anticiparse su presentación, y las técnicas estadísticas escogidas para emplear”.

Como instrumento para este trabajo de investigación se usó la Ficha de Recolección de datos que contendrá:

- **Anexo 01:** Análisis granulométrico.
- **Anexo 02:** Límites de Atterberg.
- **Anexo 03:** Características de las tuberías existentes en la zona de estudio.

Validez: Sampieri sostiene que “la validez es como el valor verdadero en donde una herramienta o material analiza la variable que desea calcular” (Sampieri, 2002).

La validez estará avalada por la información proporcionada por expertos y por los laboratorios donde se evaluarán las muestras.

Confiabilidad: La confiabilidad esta sostenida en la calibración de los equipos de laboratorio y en la información proporcionada por SEDAPAL.

3.6. Procedimientos:

El procedimiento del trabajo se dividirá en 4 etapas:

Tabla 3: Procedimiento.

PROCEDIMIENTO	
ETAPA 1	Luego de identificar la zona de estudio de acuerdo a la muestra escogida se hicieron 12 calicatas para obtener el material y realizar el respectivo estudio de suelos en un laboratorio certificado con el objetivo de hallar la zonificación y los límites de atterberg del área.
ETAPA 2	A través de la información proporcionada por SEDAPAL se elaboraron cuadros con las principales características de las tuberías existentes en la zona a estudiar tales como: diámetro, dimensión y tipo de material.
ETAPA 3	Teniendo la información contenida en la etapa 1 y en la etapa 2 se procedió a determinar el comportamiento sísmico de las tuberías de agua potable existentes a través de la curva de vulnerabilidad de Yamazaki y Muruyama con la finalidad de determinar el índice de rotura por km de longitud de tubería ante distintas velocidades sísmicas; 30, 50 y 70 cm/s respectivamente.
ETAPA 4	Por último, luego de tener el índice de rotura de las tuberías existentes se procedió a realizar el análisis de comportamiento sísmico con la tubería propuesta de HDPE para manipular intencionalmente la variable dependiente y mitigar la vulnerabilidad sísmica.

Fuente: Elaboración propia.

Para llevar a cabo exitosamente las etapas indicadas en la [Tabla N°3](#) se necesitó coordinar con la Municipalidad de El Agustino y SEDAPAL con la finalidad de tramitar los permisos necesarios para realizar las excavaciones en el caso de las calicatas y para obtener un mapa de la red de agua potable del distrito respectivamente.

3.7. Método de análisis de datos:

Para poder obtener los objetivos expuestos en el presente proyecto se tuvo que realizar un estudio de suelos que incluya el análisis granulométrico y los límites de atterberg para poder obtener la zonificación y el grado de licuefacción del área a estudiar, así mismo se obtuvo el mapa de la red de agua potable para extraer las características de las tuberías.

Toda esta información recopilada será procesada a través de diversos softwares de ingeniería tales como: SPSS, Autocad2020 y Excel 2019 para ser mostrada posteriormente a través de gráficos.

3.8. Aspectos Éticos:

En este trabajo se respetan las ideas de diversos autores que fueron citados de acuerdo a la reglamentación actual de la UCV, a su vez los resultados de los estudios de suelos fueron realizados en un laboratorio certificado con la finalidad de garantizar la integridad y veracidad de los resultados.

IV. RESULTADOS.

4.1. Descripción de la zona de estudio:

El distrito de El Agustino geográficamente se encuentra en la Zona Este de Lima Metropolitana y cuenta con los siguientes datos:

Tabla 4: *Características Geográficas de El Agustino*

Características Geográficas	
Latitud Sur	12°04'00''
Latitud Oeste	77°01'00''
Superficie	12.54 km ²
Altitud Media	197 msnm
Población Total	198862 Hab
Densidad	15858.2 hab/km ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: *Límites Geográficos de El Agustino*

Límites Geográficos	
Norte	San Juan de Lurigancho
Sur	San Luis
Este	Ate y Santa Anita
Oeste	Cercado de Lima

Fuente: Elaboración propia.

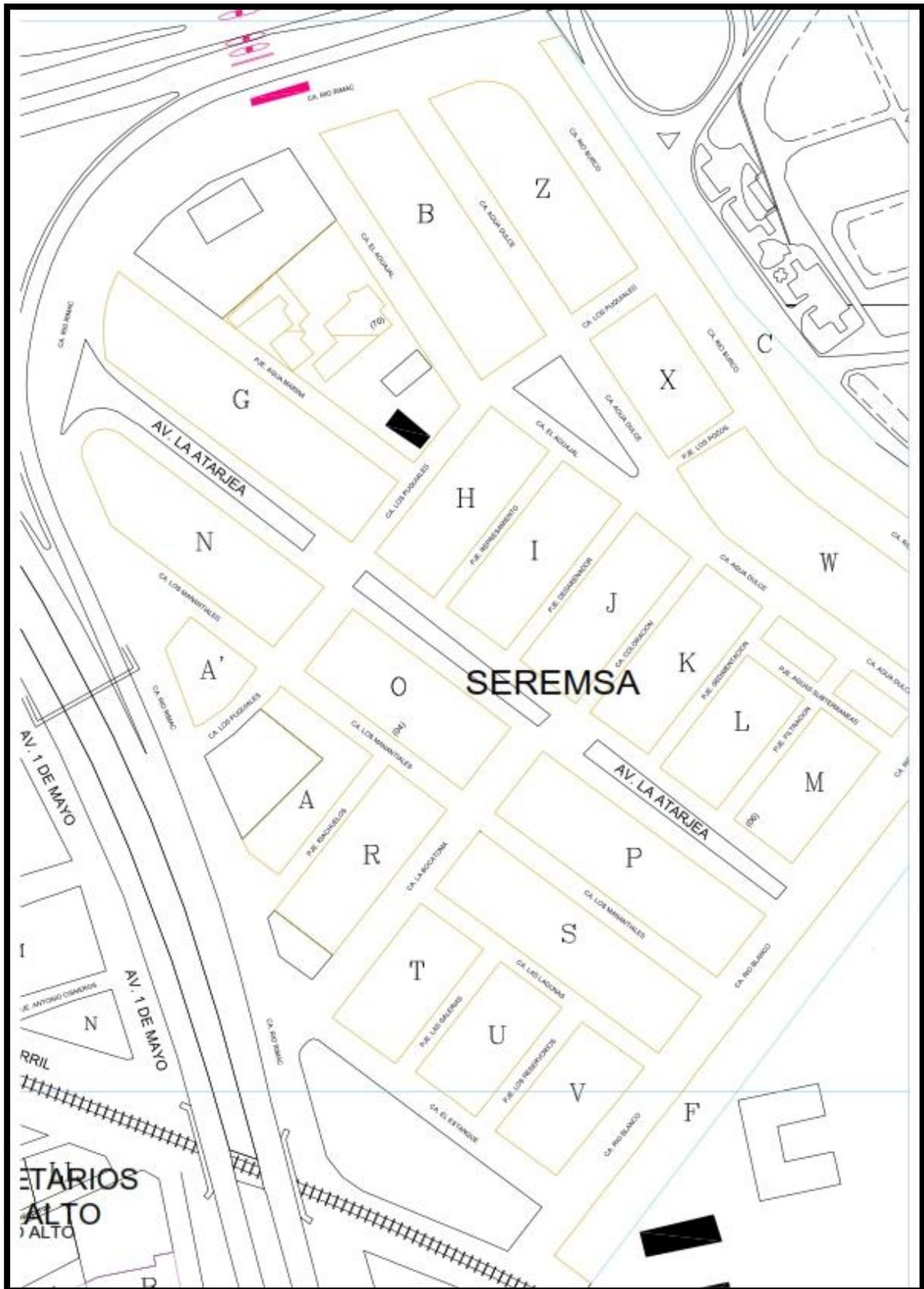


Figura 1. Plano de la Zona de Estudio

4.2. Recopilación de Información:

 FICHA TECNICA																																																													
Proyecto:	PROPUESTA DE TUBERIAS HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020																																																												
Autor:	ABANTO ROMERO WILFREDO JUNIOR																																																												
INFORMACION GENERAL:																																																													
Ubicación:	ZONA 4																																																												
Clima:	Seco																																																												
Distrito:	El Agustino																																																												
Provincia:	Lima																																																												
Departamento:	Lima																																																												
Latitud:	11°57'47"																																																												
Longitud:	77°06'21"																																																												
Altitud:	200 msnm																																																												
VARIABLE 1																																																													
CARACTERISTICAS DEL SUELO																																																													
Suelo:	GC (Mezcla de grava y arcilla con arena)																																																												
Zona de Estudio:	ZONA 4																																																												
CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS DE AGUA POTABLE																																																													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Cantidad</th> <th>Long. Total (m)</th> <th>Long. Total (Km)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Asbesto - Cemento</td> <td>2814</td> <td>110656.88</td> <td>110.66</td> <td>48.79%</td> </tr> <tr> <td>Acero</td> <td>21</td> <td>500.81</td> <td>0.5</td> <td>0.22%</td> </tr> <tr> <td>Acero Reforzado</td> <td>21</td> <td>4969.56</td> <td>4.97</td> <td>2.19%</td> </tr> <tr> <td>CAN</td> <td>71</td> <td>14508.18</td> <td>14.51</td> <td>6.40%</td> </tr> <tr> <td>Concreto Reforzado</td> <td>39</td> <td>1096.71</td> <td>1.1</td> <td>0.48%</td> </tr> <tr> <td>Fierro Fundido</td> <td>23</td> <td>1151.41</td> <td>1.15</td> <td>0.51%</td> </tr> <tr> <td>Fierro Galvanizado</td> <td>6</td> <td>280.93</td> <td>0.28</td> <td>0.12%</td> </tr> <tr> <td>Hierro Dúctil</td> <td>49</td> <td>4472.57</td> <td>4.47</td> <td>1.97%</td> </tr> <tr> <td>Concreto Pretensado</td> <td>22</td> <td>4646.06</td> <td>4.65</td> <td>2.05%</td> </tr> <tr> <td>PVC</td> <td>2680</td> <td>84533.14</td> <td>84.53</td> <td>37.27%</td> </tr> <tr> <td>Longitud Total</td> <td>5746</td> <td>226816.25</td> <td>226.82</td> <td>100.00%</td> </tr> </tbody> </table>	Material	Cantidad	Long. Total (m)	Long. Total (Km)	%	Asbesto - Cemento	2814	110656.88	110.66	48.79%	Acero	21	500.81	0.5	0.22%	Acero Reforzado	21	4969.56	4.97	2.19%	CAN	71	14508.18	14.51	6.40%	Concreto Reforzado	39	1096.71	1.1	0.48%	Fierro Fundido	23	1151.41	1.15	0.51%	Fierro Galvanizado	6	280.93	0.28	0.12%	Hierro Dúctil	49	4472.57	4.47	1.97%	Concreto Pretensado	22	4646.06	4.65	2.05%	PVC	2680	84533.14	84.53	37.27%	Longitud Total	5746	226816.25	226.82	100.00%
Material	Cantidad	Long. Total (m)	Long. Total (Km)	%																																																									
Asbesto - Cemento	2814	110656.88	110.66	48.79%																																																									
Acero	21	500.81	0.5	0.22%																																																									
Acero Reforzado	21	4969.56	4.97	2.19%																																																									
CAN	71	14508.18	14.51	6.40%																																																									
Concreto Reforzado	39	1096.71	1.1	0.48%																																																									
Fierro Fundido	23	1151.41	1.15	0.51%																																																									
Fierro Galvanizado	6	280.93	0.28	0.12%																																																									
Hierro Dúctil	49	4472.57	4.47	1.97%																																																									
Concreto Pretensado	22	4646.06	4.65	2.05%																																																									
PVC	2680	84533.14	84.53	37.27%																																																									
Longitud Total	5746	226816.25	226.82	100.00%																																																									
VARIABLE 2																																																													
MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA																																																													
ZONA I	Grava de origen aluvial y coluvial con arenas superficiales y/o afloramiento rocoso, periodo de 0.1 s a 0.2 s.																																																												
ZONA II	Suelos Granulares finos y suelos arcillosos de compactad media a densa, periodos de 0.2 s a 0.3 s.																																																												
ZONA III	Suelos finos y suelos arcillosos de consistencia media rígida, periodos de 0.4 s.																																																												
ZONA IV	Canteras, denuncios mineros y taludes de fuerte pendiente con potencial peligro de deslizamiento.																																																												
ZONA V	Relleno de desmonte y/o basura ubicados.																																																												

Figura 2. Recopilación de Información a través de la Ficha Técnica. Fuente: Elaboración Propia.

Para poder obtener un listado actualizado de las tuberías existentes y sus características principales (tipo de material, longitud y diámetro) en el distrito de estudio, se obtuvo información de SEDAPAL que se consolidó en la Tabla N° 6.

Tabla 6: *Características de Tuberías existentes en El Agustino*

Material de Tub.	Cantidad existente	Longitud (km)	Porcentaje %
Asbesto	2814	110.66	48.79
Acero	21	0.5	0.22
Acero Reforzado	21	4.97	2.19
Concreto Reforzado	39	1.1	0.48
Fierro Fundido	23	1.15	0.51
Fierro Galvanizado	6	0.28	0.12
Hierro Dúctil	49	4.47	1.97
Concreto Pretensado	22	4.65	2.05
PVC	2680	84.53	37.27
Total	5746	226.82	100

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Trabajo de Campo:

De acuerdo a la norma E.050 los puntos de exploración varían en dependencia del tipo de edificación u obra, en el caso de instalaciones sanitarias se tienen que realizar puntos de exploración cada 100 metros incorporando esto con la Guía de orientación para la elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento que indica los siguientes criterios:

- ✓ Para Líneas de conducción, 1 calicata @ 400m.
- ✓ Para Redes de Distribución Primarias: 1 calicata @ 200m
- ✓ Para Redes de Distribución Secundarias: 1 calicata @ 50 lotes.
- ✓ Para Reservorios, cámaras de bombeo, PTAP: 1 calicata @ 200m².
- ✓ Plantas de Tratamiento Desagüe, 3 calicatas mín. @ 1 Ha. (Lagunas).

Se decidió realizar 12 puntos de exploración con la finalidad de conseguir las características principales del suelo dentro de la Urb. Seremsa en el Distrito de El Agustino donde están asentadas las líneas de tubería objeto del estudio.

Las muestras se extrajeron a 1 metro de profundidad, las cuales fueron llevadas al laboratorio para poder realizar el ensayo respectivo y obtener el análisis granulométrico y los límites de atterberg.

Tabla 7: *Ensayos de Laboratorio*

Tipo de Ensayo	Norma
Análisis granulométrico	ASTM D 422
Límites de Atterberg	ASTM D 4318

Fuente: Elaboración propia.

Con el resultado obtenido luego del ensayo se pudo clasificar de manera correcta el tipo de suelo de acuerdo a la norma AASHTO y SUCS tal como se aprecia en la Tabla N° 10.

En la Tabla N° 8 se aprecian los resultados obtenidos en las 12 muestras a través del ensayo de los límites de atterberg, los que nos van a permitir obtener el índice de grupo para la posterior clasificación del suelo.

Tabla 8: Límites de Atterberg

Muestra	Límite liquido	Límite plástico	Índice de Plasticidad
M1	27.50 %	19.86 %	7.64 %
M2	27.10 %	19.21 %	7.89 %
M3	32.00 %	22.00 %	10.00 %
M4	31.80 %	21.90 %	9.90 %
M5	27.90 %	20.89 %	7.01 %
M6	31.90 %	21.70 %	10.2 %
M7	28.10 %	20.90 %	7.20 %
M8	32.10 %	22.00 %	10.10 %
M9	26.80 %	20.20 %	7.2 %
M10	27.50 %	19.86 %	7.64 %
M11	32.00 %	22.00 %	10.00 %
M12	26.80 %	20.20 %	7.20 %

Fuente: Laboratorio de Suelos – MASTERLEM SAC

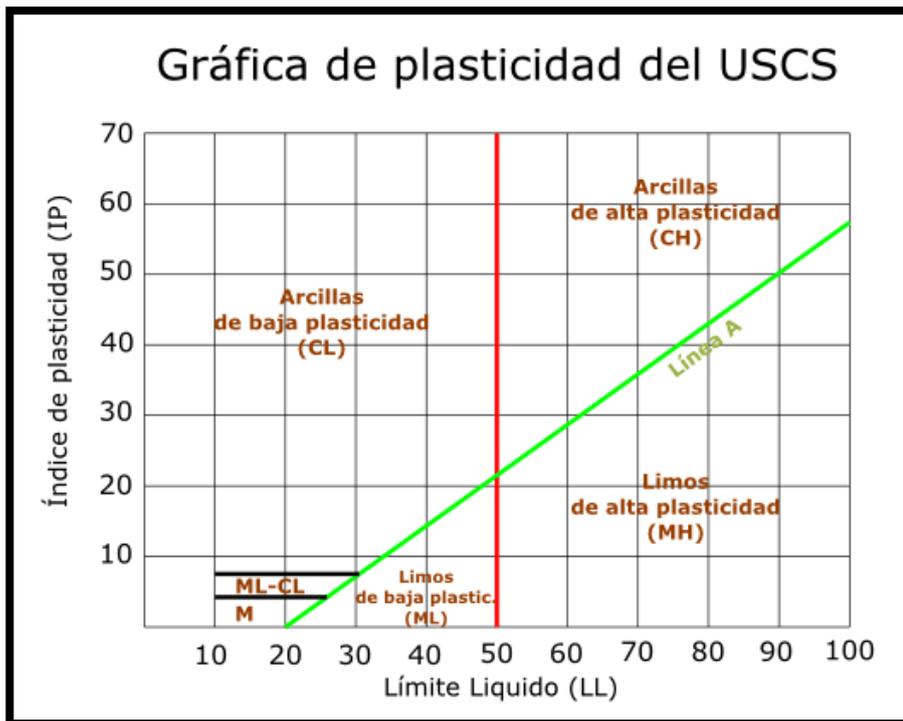


Figura 3.

Carta de Plasticidad. Fuente: NTP 339.129

De acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo (Tabla 8) se puede observar que el índice de plasticidad de las muestras oscila entre 7 y 10% respectivamente, esto quiere decir que la zona de estudio posee una plasticidad baja y una licuefacción alta lo que amplificaría las ondas sísmicas debido a que son suelos blandos.

4.4. Tipo de Suelo

Para determinar la injerencia del tipo de suelo en el comportamiento sísmico de las tuberías se toma como punto de inicio el estudio de mecánica de suelos el cual determinará las características del suelo sobre el cual se asentará la línea vital.

Según la microzonificación elaborada por CISMID la zona I donde se encuentra el distrito de El Agustino está catalogada como Zonas de afloramiento de roca con diferentes grados de fracturación, depósitos de grava y arena de compactidad densa a muy densa, depósitos de limos y arcillas de consistencia rígida a muy rígida. Períodos de vibración ambiental menores a 0.30 s.

Tabla 9: *Microzonificación Sísmica según CISMID*

ZONA I	Zonas de afloramiento de roca con diferentes grados de fracturación, depósitos de grava y arena de compacidad densa a muy densa, depósitos de limos y arcillas de consistencia rígida a muy rígida. Períodos de vibración ambiental menores a 0.30 s.
ZONA II	Depósitos de arena de compacidad media a densa o arcillas y limos de consistencia media. Períodos de vibración ambiental menores a 0.40 s.
ZONA III	Depósitos de arenas de compacidad suelta a media, depósitos de limos y arcillas de consistencia blanda a media. Períodos de vibración ambiental mayores a 0.40 s.
ZONA IV	Taludes inestables con fuerte pendiente, canteras informales, depósitos de suelos pantanosos, depósitos de arenas eólicas de compacidad suelta potencialmente licuables. Zonas con alta amplificación sísmica.
ZONA V	Depósitos de escombros y/o desechos, rellenos antrópicos en el interior de antiguas excavaciones mineras

Fuente: CISMID

Teniendo en consideración la geografía del lugar se realizaron 12 excavaciones (calicata) cuyas propiedades de suelo fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos, teniendo como resultado que el tipo de suelo según el método SUCS es el GC (Mezcla de grava y arcilla con arena) y CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad).

Tabla 10: Resultados de laboratorio según Clasificación SUCS

Profundidad (m)	Muestra	SUCS	Observación
0.00 – 1.00	M-1	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena
	M-2	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena
	M-3	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	M-4	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	M-5	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena
	M-6	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	M-7	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena
	M-8	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	M-9	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena
	M-10	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena
	M-11	CL	Arcilla arenosa de baja plasticidad
	M-12	GC	Mezcla de grava y arcilla con arena

Fuente: Laboratorio de Suelos – MASTERLEM SAC

Luego de realizar una comparación entre los resultados obtenidos a través del Estudio de Mecánica de Suelos y la información proporcionada por el CISMID, se encontró coincidencia en ambos datos por ende el análisis de estudio se realizó en base a la microzonificación sísmica I ubicada en la Tabla 9.

4.5. Vulnerabilidad Sísmica de Líneas Vitales de Agua Potable existentes:

Como punto de inicio para determinar la vulnerabilidad sísmica de las tuberías de agua potable se tomará como referencia para calcular la velocidad sísmica a la escala de intensidad de Mercalli (Figura 2), para el presente trabajo investigativo se usara la velocidad sísmica de 30, 50 y 70 cm/s correspondientes al grado VII, VIII y IX respectivamente, esto porque el Perú es un país altamente sísmico y se encuentra dentro del cinturón de fuego del pacifico.

Escala de Mercalli en terminos físicos

*Acceleración
vertical del suelo*

*Velocidad vertical
del suelo*

Escala de Mercalli³	Acceleración sísmica (× g)	Velocidad sísmica (cm/s)	Percepción del temblor
I	< 0.0017	< 0.1	No apreciable
II-III	0.0017 - 0.014	0.1 - 1.1	Muy leve
IV	0.014 - 0.039	1.1 - 3.4	Leve
V	0.039 - 0.092	3.4 - 8.1	Moderado
VI	0.092 - 0.18	8.1 - 16	Fuerte
VII	0.18 - 0.34	16 - 31	Muy fuerte
VIII	0.34 - 0.65	31 - 60	Severo
IX	0.65 - 1.24	60 - 116	Violento
X+	> 1.24	> 116	Extremo

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Figura 4. Escala de Mercalli. Fuente: IGP

Teniendo los resultados de los ensayos del suelo (SUCS y Límites de Atterberg) así como las características (material, diámetro y longitud) de las tuberías existentes en el área de estudio se puede calcular el promedio de rotura por km para cada tipo de tubería a través de la curva de fragilidad creada en la universidad de Chiba – Japón por los científicos japoneses: Yamazaki y Muruyama para la cual tomaremos los siguientes datos de acuerdo a la Tabla 11.

Tabla 11: *Datos para calcular rotura por km de tubería.*

Nombre	Descripción
Tipo de Tubería	Material
Diámetro de Tubería	Expresado en mm
Longitud de Tubería	Expresado en Km
Mecánica de suelos	Microzonificación
Velocidad Sísmica	Grado VII, VII y XI en la Escala de Mercalli.
Rotura de Tubería por Km	Curva de Fragilidad

Fuente: Elaboración Propia

Las líneas vitales de agua potable halladas en la Urbanización Seremsa donde se realizó el proyecto poseen un diámetro entre a 150 y 250mm y son de diversos materiales que van desde asbesto cemento hasta pvc, teniendo características distintas en dependencia del tipo de material del cual están elaborados, las longitudes y características objeto del análisis se detallan en la Tabla 12.

Tabla 12: *Tuberías existentes en zona de estudio.*

Material de Tub.	Diámetro (mm)	Longitud (km)	Porcentaje %
Asbesto	200	1.02	65.81%
Acero	250	0.08	5.16%
Concreto Reforzado	200	0.06	3.87%
Fierro Fundido	200	0.04	2.58%
Hierro Dúctil	250	0.12	7.74%
PVC	150	0.23	14.84%
Total		1.55	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Para el presente trabajo se analizará el comportamiento sísmico ante 3 velocidades sísmicas: 30, 50 y 70 cm/s que representan de acuerdo a la escala de Mercalli un sismo de magnitud VII, VIII y IX respectivamente.

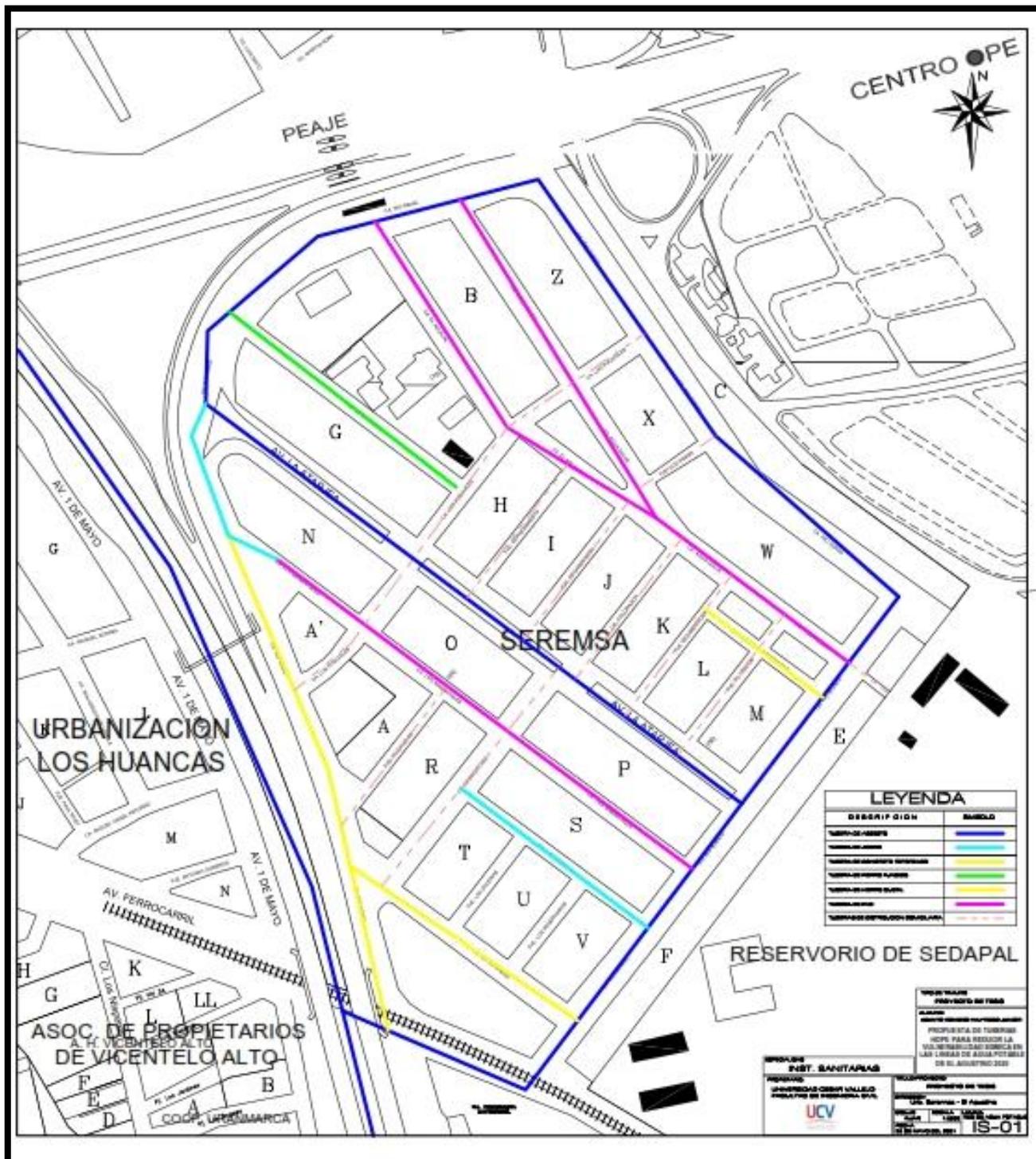


Figura 5. Mapa de tuberías existentes en la Urb. Seremsa. Fuente: Elaboración Propia

- **Intensidad de Sismo grado VII (30 cm/s)**

Se analizó las tuberías encontradas en la zona de estudio ante un posible sismo de intensidad VII en la escala de Mercalli.

Tabla 13: Rotura por KM en sismo Grado VII.

Tipo de Material	Diámetro (mm)	Long (Km)	Promedio de daño por Km	Daño Total por Km
Asbesto	200	1.02	0.080	0.082
Acero	250	0.08	0.030	0.002
Concreto Reforzado	200	0.06	0.041	0.002
Fierro Fundido	200	0.04	0.040	0.002
Hierro Dúctil	250	0.12	0.020	0.002
PVC	150	0.23	0.067	0.015

Fuente: Elaboración Propia

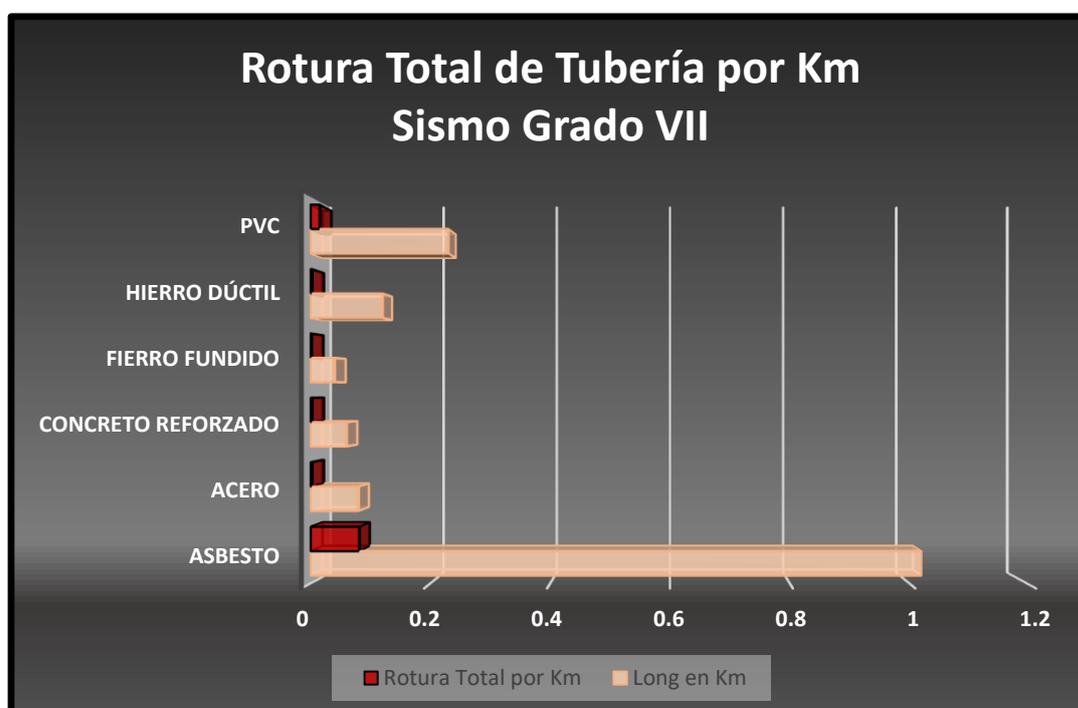


Figura 6. Rotura de tuberías por KM ante sismo de Grado VII. Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los resultados obtenidos con la curva de fragilidad encontramos que tienen mayor índice de rotura por km ante una velocidad sísmica de 30 cm/s las tuberías constituidas de asbesto y PVC esto debido a su poca ductilidad.

- Intensidad de Sismo grado VIII (50 cm/s)

Se analizó las tuberías encontradas en la zona de estudio ante un posible sismo de intensidad VIII en la escala de Mercalli que es aproximadamente la misma intensidad del sismo ocurrido en Pisco.

Tabla 14: *Rotura por KM en sismo Grado VIII.*

Tipo de Material	Diámetro (mm)	Long (Km)	Promedio de daño por Km	Daño Total por Km
Asbesto	200	1.02	0.251	0.256
Acero	250	0.08	0.191	0.015
Concreto Reforzado	200	0.06	0.214	0.013
Fierro Fundido	200	0.04	0.215	0.009
Hierro Dúctil	250	0.12	0.200	0.024
PVC	150	0.23	0.240	0.055

Fuente: Elaboración Propia

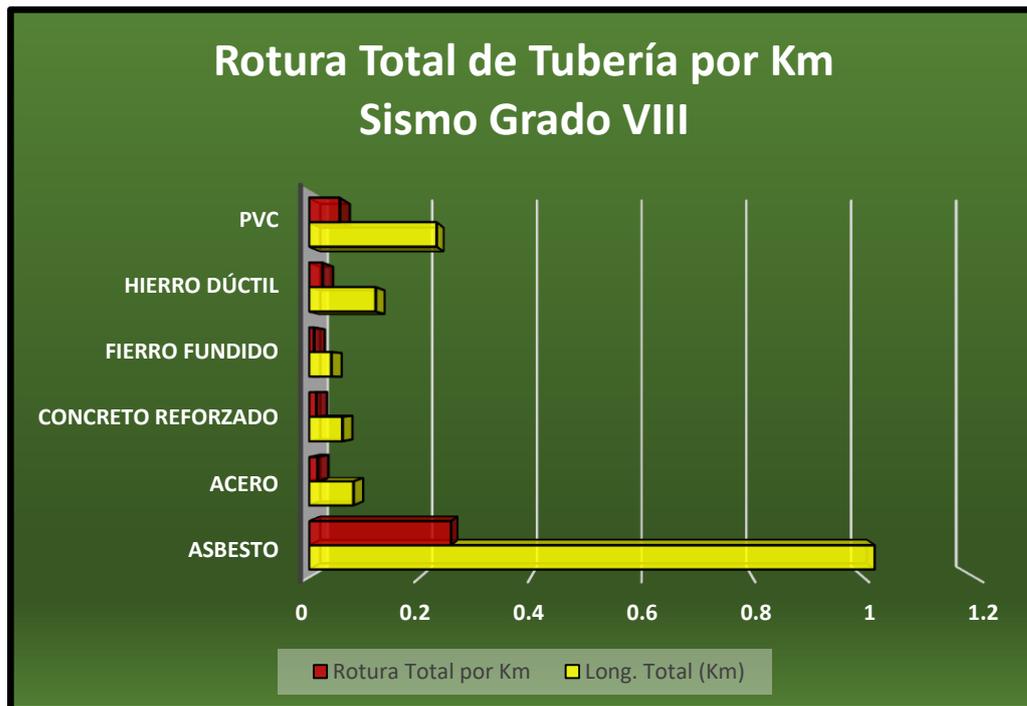


Figura 7. Rotura de tuberías por KM ante sismo de Grado VIII. Fuente: Elaboración Propia.

Haciendo un análisis a la Tabla 14 y la Figura 5 podemos encontrar que las tuberías de acero son las que menor índice de rotura por km presenta en comparación a las demás existentes, esto significa que podrían ser una buena alternativa para mitigar el impacto sísmico en el distrito.

- Intensidad de Sismo grado IX (70 cm/s)

Por último, se analizaron las tuberías existentes ante un posible sismo grado IX de acuerdo a la escala de intensidad de Mercalli.

Tabla 15: Rotura por KM en sismo Grado IX.

Tipo de Material	Diámetro (mm)	Long (Km)	Promedio de daño por Km	Daño Total por Km
Asbesto	200	1.02	0.437	0.446
Acero	250	0.08	0.352	0.028
Concreto Reforzado	200	0.06	0.389	0.023
Fierro Fundido	200	0.04	0.400	0.016
Hierro Dúctil	250	0.12	0.290	0.035
PVC	150	0.23	0.364	0.084

Fuente: Elaboración Propia

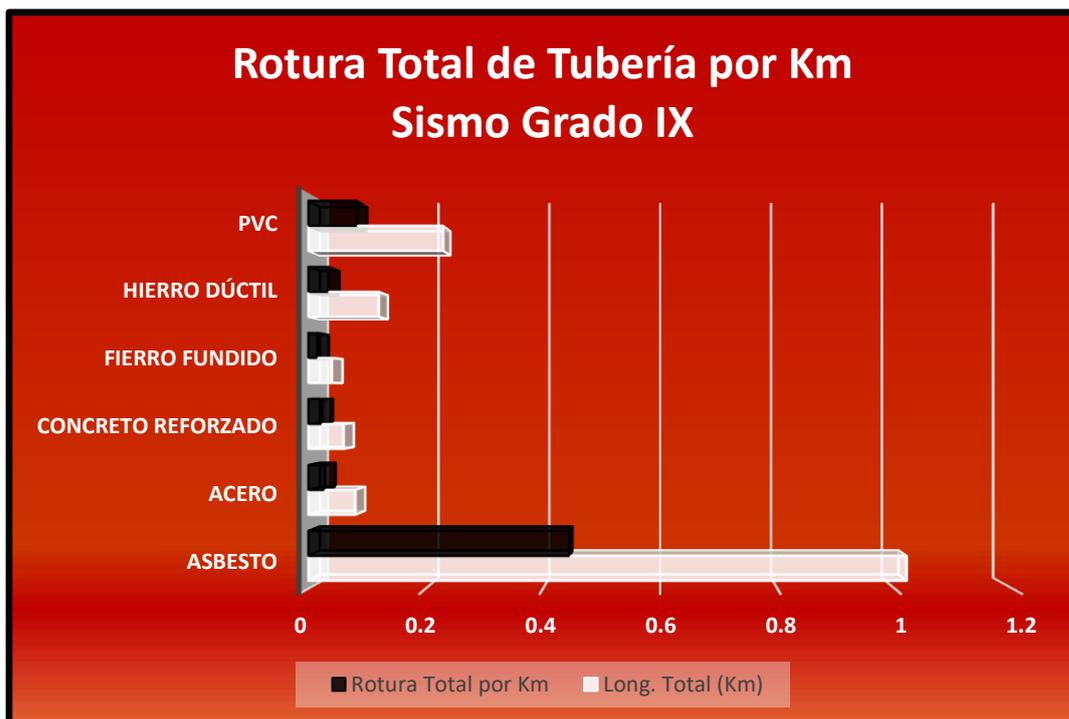


Figura 8. Rotura de tuberías por KM ante sismo de Grado IX. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a la tabla 15 y a la figura 6 podemos inferir que a mayor velocidad sísmica mayor el índice de rotura por km siendo el material de asbesto, fierro fundido y pvc son las tuberías que tienen mayor vulnerabilidad sísmica.

4.6. Comportamiento Sísmico de Tuberías HDPE:

Para poder determinar el comportamiento sísmico de la tubería propuesta se tomara como referencia el diámetro más usado para líneas vitales de agua potable (200 mm) y el diámetro mayor encontrado dentro de la zona de estudio siendo este 1,02 km correspondiente a la tubería de asbesto, luego de aplicar la curva de Yamazaky y Muruyama se determinó la vulnerabilidad sísmica de la Tubería HDPE de acuerdo a la Tabla 16.

Tabla 16: Rotura por KM Tubería HDPE.

Material de Tub.	Nivel Sísmico	Diámetro de Tub. (mm)	Longitud (km)	Prom. de Daño por Km	Daño Total por Km
HDPE	Sismo Grado VII	200	1.02	0.038	0.039
HDPE	Sismo Grado VIII	200	1.02	0.198	0.202
HDPE	Sismo Grado IX	200	1.02	0.247	0.252

Fuente: Elaboración Propia

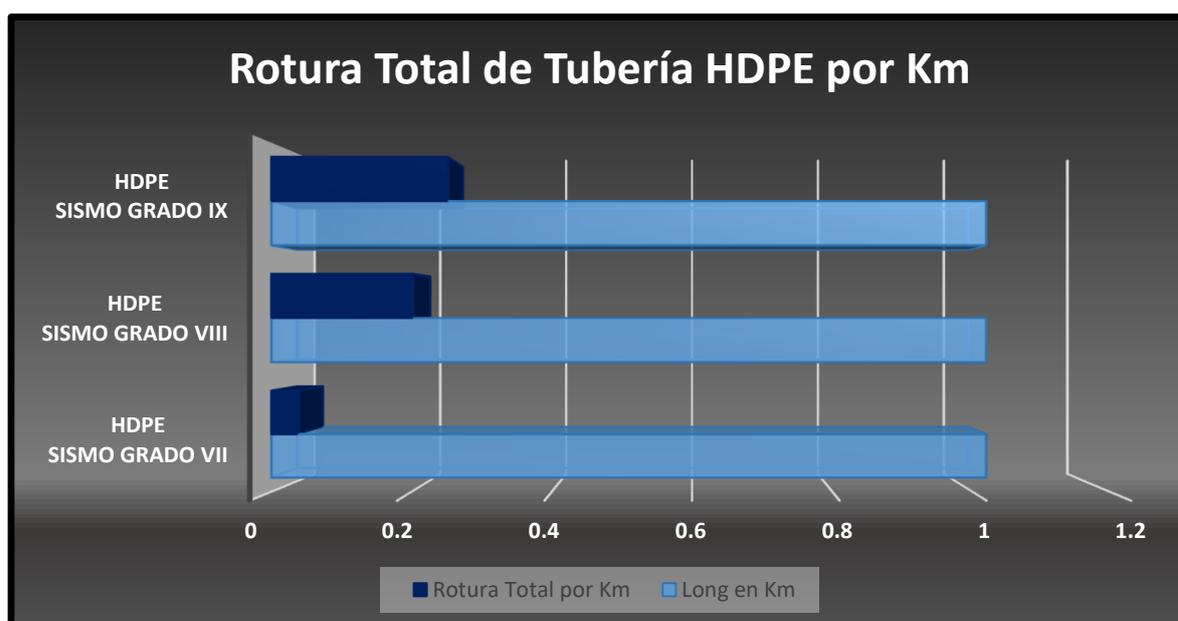


Figura 9. Rotura de tuberías HDPE por Km. Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla 16 y en la Figura 6 podemos estimar que el comportamiento sísmico de las tuberías HDPE tiene una diferencia considerable con la mayoría de las tuberías existentes actualmente en el distrito.

4.7. Propuesta de Tuberías para reducir la vulnerabilidad Sísmica:

Después de analizar el comportamiento sísmico de las tuberías existentes y de la tubería propuesta HDPE se agrupo los resultados en la Tabla 17.

Tabla 17: Promedio de Rotura total.

Material de Tub.	Promedio de rotura total por Km		
	Sismo Grado VII (30 cm/s)	Sismo Grado VIII (50 cm/s)	Sismo Grado IX (70 cm/s)
Asbesto	0.080	0.251	0.437
Acero	0.030	0.191	0.352
Concreto Reforzado	0.041	0.214	0.389
Fierro Fundido	0.040	0.215	0.400
Hierro Dúctil	0.020	0.200	0.290
PVC	0.067	0.240	0.364
HDPE	0.038	0.198	0.247

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 17 podemos apreciar el comportamiento sísmico de las tuberías en diferentes grados de sismo lo cual se ve reflejado con más detalle en el diagrama de área de la Figura 7.

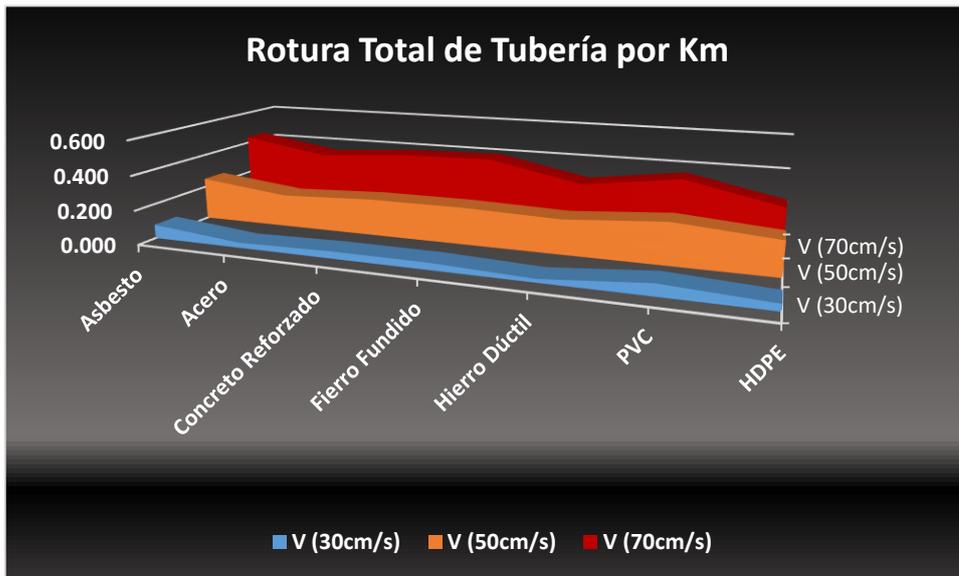


Figura 10. Promedio de rotura total por Km. Fuente: Elaboración Propia.

Con estos resultados se puede apreciar que las tuberías con mejor desempeño ante un sismo son las siguientes:

- Tubería de Hierro dúctil
- Tubería de Acero
- Tubería HDPE

Al analizar la distribución de las tuberías existentes en el distrito y el comportamiento sísmico de la tubería propuesta se puede determinar que las tuberías a ser reemplazadas por tuberías HDPE, Acero o Hierro dúctil, son las tuberías compuestas de asbesto cemento y PVC, tal como se aprecia en la Figura 10.

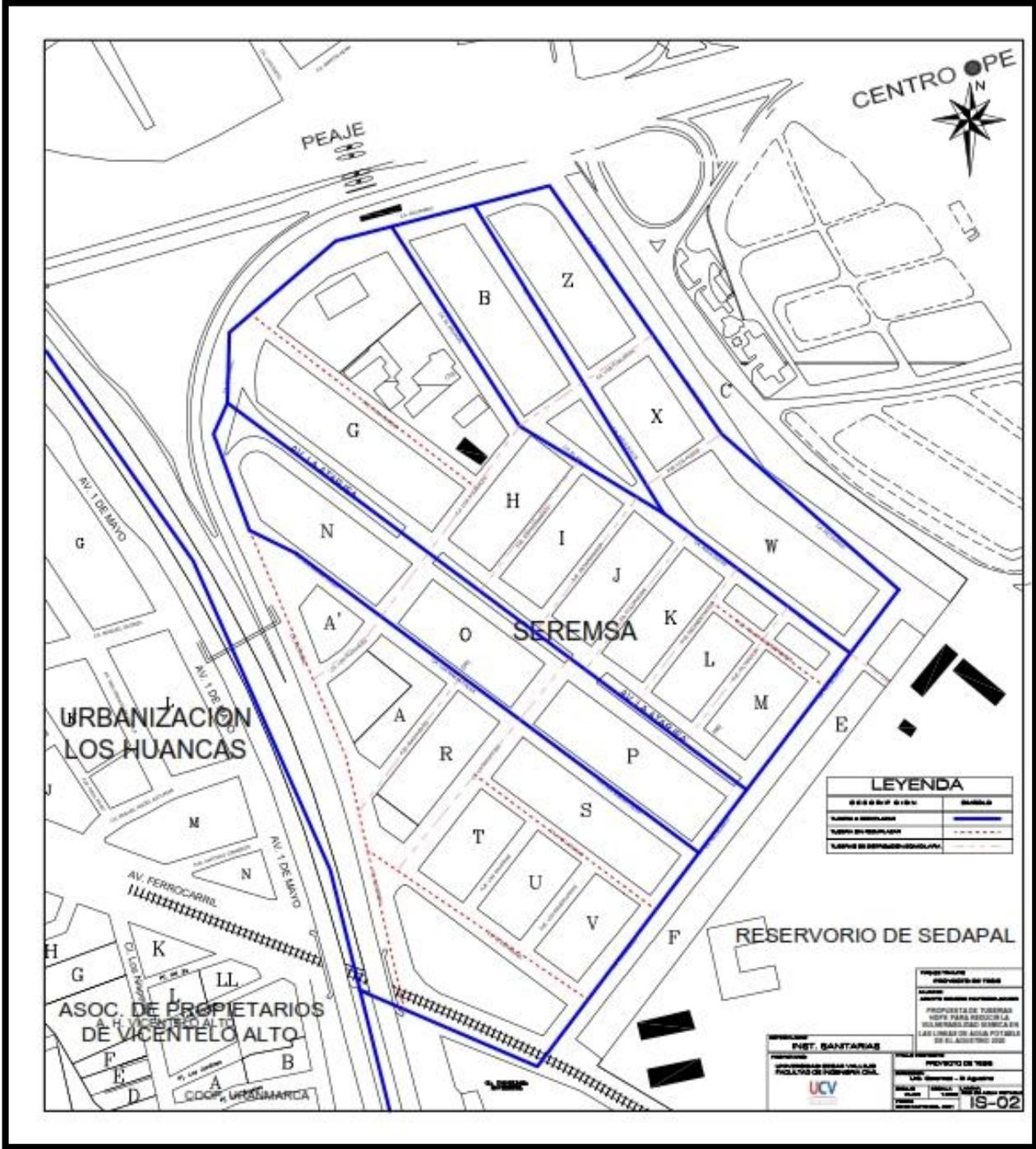


Figura 11. Mapa de Tuberías a Reemplazar. Fuente: Elaboración Propia.

V. DISCUSION.

De acuerdo a la información de SEDAPAL (Tabla 6) la tubería predominante en el distrito de El Agustino es la del tipo de material de asbesto – cemento el cual representa el 48.79%, seguido de las tuberías PVC con 37.27%, acero reforzado 2.19%, concreto pretensado 2.05%, Hierro dúctil 1.97%, dejando en los últimos lugares a las tuberías de fierro fundido con 0.51%, concreto reforzado con un 0.48%, acero 0.22% y por ultimo Fierro Galvanizado que cuenta con un porcentaje de 0.12%, esta información es muy parecida a lo recogido por CISMID en el 2011.

Todo esto se corrobora con la inspección de campo en donde se pudo evidenciar que en efecto la tubería predominante en las líneas vitales de agua potable es la de asbesto cemento y pvc, las mismas que poseen un grado de vulnerabilidad sísmica mayor lo que las vuelve más propensas a recibir daño ante un evento sísmico de gran envergadura.

De acuerdo al mapa de microzonificación sísmica de CISMID (Figura 8) el distrito de El Agustino está ubicado en la Zona I teniendo un suelo con concentración de grava de origen aluvial y coluvial con arenas superficiales y/o afloramiento rocoso, esta información es coincidente con el estudio de suelos realizado para el presente trabajo de investigación clasificando el área de estudio con el tipo de suelo GC de acuerdo a SUCS, esto nos permite tener un mejor panorama sobre el tipo de suelo sobre el cual están asentadas los más de 200 km de tuberías que tiene el distrito en la actualidad, con el objetivo de evaluar el comportamiento sísmico en función a tipo de material y al tipo de suelo.

Según (Marcelo Ancan, 2017), es recomendable utilizar la escala de intensidad de Mercalli al momento de realizar estudios de comportamientos sísmicos debido a que es una escala que mide la intensidad de los sismos en relación a los daños que estos pueden causar, es por ello que de acuerdo a la ubicación geográfica del distrito se tomó como referencia 3 velocidades sísmicas 30, 50 y 70 cm/s para poder determinar la vulnerabilidad sísmica con mayor precisión.

Zonificación sísmica de Lima y Callao



■ Zona 1

Este es el mejor suelo. Esta zona está conformado con afloramientos rocosos. Se puede construir con tranquilidad.

■ Zona 3

Conformada en su mayoría por depósitos de los suelos finos y arenas de gran espesor, todavía se puede construir.

■ Zona 5

Esta es un zona crítica. Construida, por deposito de rellenos sueltos de desmontes. La amplificación en grave.

■ Zona 2

Terreno conformado por estrato superficial de suelos granulares finos y arcillosos. El grado de amplificación sísmica es leve.

■ Zona 4

Aquí se recomienda no construir. zona conformada por depósitos marinos y suelos pantanosos.

Figura 12. Mapa de Microzonificación Sísmica. Fuente: Elaboración Propia.

Los estudios realizados en la tesis de Toribio Alcántara, 2013 luego del terremoto ocurrido en la ciudad de Pisco en el año 2007 arrojó que las estaciones encargadas de bombear el agua y cuyo material predominante era el hierro fundido sufrieron mayores daños en comparación a otras estaciones de bombeo, así mismo las redes de distribución de agua potable de asbesto sufrieron mayores daños en comparación a las líneas vitales de hierro dúctil, esto se contrasta con los resultados obtenidos luego de aplicar la curva de fragilidad de Yamazaki, que nos muestran un índice de rotura mayor para las tuberías de asbesto cemento y de hierro fundido teniendo estas un promedio de rotura por km de 0.080, 0.251 y 0.437 la primera y 0.040, 0.215, 0.4 la segunda para las aceleraciones sísmicas de 30, 50 y 70 respectivamente.

Componente	Daños más comunes	Causa Del problema
Galerías filtrantes	Grietas en las paredes de la cámara de inspección.	Deformación permanente del suelo, fuerzas horizontales que causan flexo comprensión a la cámara.
Pozos	Pérdida de verticalidad. Arenamiento.	Suelos arenosos y saturados ingreso de arena producto de la vibración del suelo y desestabilización del filtro.
Tuberías	Rotura. Desprendimiento unión espiga campana. Desprendimiento de unión soldado con pegamento. Deformación de la forma. Pérdida de alineamiento horizontal y vertical.	-Altas aceleraciones sísmicas. - Deformación permanente del suelo. -asentamiento diferencial del suelo. -por licuación y desplazamiento del suelo. -Baja ductibilidad del material de la tubería (CSN,AC,PVC). -Tipo de unión no adecuado para el tipo de suelo.
Reservorios	Rotura o deformación de las tuberías de entrada y salida del reservorio. Colapso y deterioro de reservorios elevados con soporte de vigas y columnas. Si sufren fisuras el ambiente húmedo corroe las varillas de acero y en poco tiempo quedan fuera de servicio.	Esfuerzos de corte por asentamiento diferenciales entre el suelo y el reservorio. Baja rigidez del sistema aporticado(vigas y columnas), concentración de momentos elevados en los nudos. Hacen fallar la estructura.

Figura 13. Daños más comunes en el sismo de 2007. Fuente: Alcántara Toribio, Pág. 92

Según (Encarnación Varillas, 2017) las tuberías asentadas en suelos con un índice de plasticidad muy bajo son más propensos a sufrir un daño de gran envergadura ante un movimiento telúrico, por otra parte, el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres concluyó que el tipo de material usado al momento de realizar la colocación de tuberías es de vital importancia al momento de presentar daños a futuro, esta información se contrasta con los resultados obtenidos luego de aplicar la curva de fragilidad en donde podemos encontrar que el tipo de suelo asociado al tipo de tubería correcto puede determinar una mejor o peor respuesta sísmica.

Ancas et al. (2019), en su artículo de investigación evaluó el comportamiento sísmico de varios tipos de material para tuberías de agua siendo una de ellas las tuberías HDPE con el uso de amortiguadores en las uniones de las tuberías usadas, concluyendo que una de las tuberías que mejor desempeño tuvo ante la evaluación fue las tuberías de alta densidad de polietileno.

Lo encontrado por Ancas van de la mano con los resultados obtenidos luego de aplicar la curva de Yamazaki a las tuberías HDPE, demostrando que el índice promedio de rotura para este tipo de tubería es de 0.038, 0.198 y 0.247 para las velocidades sísmicas de 30, 50 y 70 cm/s respectivamente.

VI. CONCLUSIONES.

1. Luego de contrastar los resultados obtenidos del comportamiento sísmico de las tuberías existentes en la zona de estudio de El Agustino con el estudio de suelos realizado y el mapa de microzonificación sísmica elaborado por CISMID que clasifican al tipo de suelo como GC (Mezcla de grava y arcilla con arena) y CL (Arcilla arenosa de baja plasticidad), podemos determinar que hay una injerencia directa entre el tipo de suelo y vulnerabilidad sísmica de las tuberías ya que las tuberías asentadas en un suelo con un índice de plasticidad muy bajo son más propensos a sufrir daños ante un movimiento sísmico
2. Al aplicar la curva de fragilidad en las líneas de agua potable de El Agustino se pudo determinar que hay un alto índice de rotura por km en las tuberías, siendo las constituidas de asbesto cemento, hierro fundido y PVC las que poseen una vulnerabilidad sísmica más alta en comparación con las de hierro dúctil.
3. Aplicando el análisis de comportamiento sísmico a las tuberías de HDPE se pudo establecer que las tuberías constituidas por este material poseen una vulnerabilidad sísmica baja en comparación a las demás tuberías estudiadas.
4. Según los resultados encontrados se concluye que las tuberías con mejor comportamiento sísmico y por ende una vulnerabilidad sísmica menor son las tuberías de hierro dúctil, las tuberías de acero y las tuberías propuestas de HDPE.

VII. RECOMENDACIONES.

Se recomienda que el Ministerio de Vivienda, Construcción y saneamiento realice periódicamente análisis del suelo para medir el grado de licuefacción en los distintos distritos de Lima y provincias con la finalidad de tener un mapa de riesgo y ubicar las posibles zonas vulnerables ante un sismo de gran intensidad, así mismo se debe profundizar en las líneas vitales de agua potable debido a que la interrupción del servicio de agua potable de manera prolongada puede acarrear graves daños económicos y de salubridad.

Se sugiere que SEDAPAL realice análisis de vulnerabilidad sísmica en las líneas vitales tanto de agua potable como de desagüe, con el objeto de tener una base de datos que muestre los tramos más vulnerables ante un movimiento sísmico o un desastre natural de otro tipo, esto permitirá distinguir con mayor precisión los lugares en donde se deberían realizar reparaciones o reemplazos y así mitigar el daño ante un desastre natural.

Se recomienda que SEDAPAL evalúe constantemente los nuevos materiales usados a nivel mundial en las tuberías con la finalidad de reducir la vulnerabilidad sísmica a través de productos que presenten una mejor resistencia y mayor ductilidad.

Se sugiere que la municipalidad del distrito de El Agustino implemente un mapa catastral que contenga información de las tuberías de agua potable existentes en el distrito identificado las zonas más propensas a sufrir daños ante un evento sísmico con la finalidad de establecer un plan de prevención y contingencia en caso de alguna rotura.

Es recomendable que se amplíen otras investigaciones similares para otras líneas vitales tales como: electricidad, telecomunicaciones o alcantarillado, esto debido a que actualmente existen pocos estudios de riesgo sísmico relacionado a ello.

REFERENCIAS:

- ALI, Mahsa y JALILVAND, Parham. Vulnerability Analysis of the Urban Environments to Different Seismic Scenarios: Residential Buildings and Associated Population Distribution Modelling through Integrating Dasymetric Mapping Method and GIS. *Procedia Engineering* [en línea]. Volumen 198, Verano 2017, Pages 454-466. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.100>.
ISSN: 1877-7058
- BARRANTES, Gustavo y SALCEDO, Elkin. Consideración de la Amenaza Sísmica en el Ordenamiento Territorial del Cantón de Poas, Costa Rica. *Boletín de Geología* [en línea]. Julio – Setiembre 2016, Vol. 38, n° 3. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://dx.doi.org/10.18273/revbol.v38n3-2016007>
ISSN: 0120-0283
- CANDEBAT, Sánchez y GODÍNEZ, Melgares. Metodología para la evaluación preliminar de la vulnerabilidad sísmica estructural de puentes de hormigón armado. *Informes de la Construcción* [en línea]. Verano 2020, Vol. 70 n° 549. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3989/id.55418>
ISSN: 0020-0883
- CHOI, Wooil, PARK, Jae-Woo y KIM, Jinhwan. Loss assessment of building and contents damage from the potential earthquake risk in Seoul, South Korea. *Natural Hazards & Earth System Sciences* [en línea]. 2019, Vol. 19, n° 5, p. 985–997. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.5194/nhess-19-985-2019>
ISSN: 1561-8633
- DETERMINING Earthquake Susceptible Areas Southeast of Yogyakarta, Indonesia—Outcrop Analysis from Structure from Motion (SfM) and Geographic Information System (GIS) por Aditya Saputra [et al]. *Geosciences* [en línea]. 12 de Abril 2018, Vol. 8 n° 4. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/geosciences8040132>.
ISSN: 2076-3263

- DJENALIEV, A., KADA, M. y CHYMYROV, A. Building Inventory Data Development for Pre-Earthquake Evaluation. International Journal of Geoinformatics [en línea]. Diciembre 2016, Vol. 12, n° 4, p. 41–47. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=121020349&lang=es&site=ehost-live>.
ISSN: 1686-6576
- E., Zanazzi, E. Coisson y D., Ferretti. Gis analysis of the seismic damage on historical masonry spires. Copernicus GmbH [en línea]. Mayo 2019, Vol. 42, páginas 1173-1179. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.5194/isprs-Archives-XLII-2-W11-1173-2019>
ISSN: 2194-9042
- ESTUDIO de la Vulnerabilidad Sísmica Cualitativa en Instituciones Escolares de Concreto Armado del Estado Falcón por Alejandro Giménez [et al]. Revista Gaceta Técnica [en línea]. Enero 2020, Vol. 21 n° 1. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31162.75209>
ISSN: 1856-9560 (Impreso) ISSN: 2477-9539 (Internet).
- EVALUACIÓN de las propiedades del subsuelo de Badajoz (España) con fines constructivos mediante Sistemas de Información Geográfica por F. Hipólito-Ojalvo [et al]. Informes de la Construcción [en línea]. Octubre-Diciembre 2019, Vol. 71, n°556, e309. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3989/ic.65204>
ISSN-L: 0020-0883
- EVALUACIÓN probabilista del riesgo sísmico en Lorca mediante simulaciones de escenarios por M. A. Salgado-Gálvez [et al]. Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería [en línea]. Abril – Octubre 2016, Vol. 32, n° 2. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rimni.2014.12.001>
ISSN: 0213-1315

- MARTÍNEZ, Elvia. Inteligencia geoespacial para desastres sísmicos: investigaciones en CentroGeo. Revista Mexicana de Sociología [en línea]. Setiembre 2018, Vol. 80 spe. [Fecha de consulta: 01 de octubre de 2020]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.22201/iis.01882503p.2018.0.57774>
ISSN: 2594-0651
- NAZMFAR, Hossein. An integrated approach of the analytic network process and fuzzy model mapping of evaluation of urban vulnerability against earthquake. Geomatics, Natural Hazards and Risk [en línea]. 2019, Vol. 10, n° 1, 1512-1528. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1080/19475705.2019.1588791>
ISSN: 1947-5705 (impreso) 1947-5713 (en línea)
- SEVUCAS: A Novel GIS-Based Machine Learning Software for Seismic Vulnerability Assessment por Saro Lee [et al]. Applied Sciences. [en línea]. 2019, Vol. 9, n° 17. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/app9173495>
ISSN: 2076-3417
- YAVUZ, Kumlu y TÜDEŞ, Şule. Determination of earthquake-risky areas in Yalova City Center (Marmara region, Turkey) using GIS-based multicriteria decision- making techniques (analytical hierarchy process and technique for order preference by similarity to ideal solution). Natural Hazards, [en línea]. Abril 2019, Vol. 96, n° 3, p. 999–1018. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03583-7>
ISSN: 0921-030X
- MALONEY, K. O., YOUNG, J. A., FAULKNER, S. P., HAILEGIORGIS, A., SLONECKER, E. T., & MILHEIM, L. E. A detailed risk assessment of shale gas development on headwater streams in the Pennsylvania portion of the Upper Susquehanna River Basin, U.S.A. Science of the Total Environment, [en línea]. (2017) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.247>
ISSN: 03605442

- ALCÁNTARA, Toribio y MARCO Antonio. 2013. Evaluación de los daños ocasionados en el sistema de abastecimiento de agua debido al terremoto del 15 de agosto de 2007 en la provincia de Pisco. Tesis (Título en Ingeniería Sanitaria) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
- ALEGRÍA Mori, Jairo Ivan. Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande. Tesis (Título en Ingeniería Sanitaria) Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.
- CÁCERES, Kathia. Beneficios ambientales del control de pérdidas en un sistema convencional de tratamiento de agua potable. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2016.
- CANO, Wilfredo. Análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016.
- ENCARNACIÓN, Luz. Vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017. Tesis (Título en Ingeniería Civil) Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- CEGARRA, José. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Madrid - España: Díaz de santos, S.A., 2004.
- RAE (Real Academia Española). Real Academia Española. [en línea]. Disponible en: <http://www.rae.es>. Consultado el: 1 de Octubre de 2020.
- INOSTROZA, Rodrigo. Análisis Técnico - económico de sistemas de elevación de aguas para edificios residenciales. Tesis (Título en Economía) Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2015.
- LORENZO, Miguel. Proyecto mecánico de la estación de bombeo PB1 del acueducto Zapotillo - Altos de Jalisco- Leon. Tesis (Título en Ingeniería Mecánica) Mexico: UNAM, 2014.

- TINOCO Meyhuay, TITO Moner. Influencia del cambio de tuberías en la vulnerabilidad sísmica del sistema de agua potable de la ciudad de Huaraz. Aporte Santiaguino [en línea]. Julio-Diciembre 2018, Vol. 11 n° 2. [Fecha de consulta: 15 de Setiembre de 2020]. Disponible en <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3263>
- GOMEZ, Capera, MEDINA, Arcila. SHLC session – Seismic Hazard in Latin America and the Caribbean: Working Across Border. Earth Sciences Research Journal [en línea]. 2014, Vol. 18. [Fecha de consulta: 01 de Julio 2020]. Disponible en <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=-97312387&lang=es&site=eds-live>
ISSN: 17946190
- AGATHOKLEOUS, A., y CHRISTODOULOU, S. Vulnerability of Urban Water Distribution Networks under Intermittent Water Supply Operations. Water Resources Management [en línea]. (2016). Disponible en <https://doi.org/10.1007/s11269-016-1450-3>
ISSN: 47314750
- ROUDSARI, M. T., SAMET, S., NURAIE, N., & SOHAEI, S. Numerically Based Analysis of Buried GRP Pipelines under Earthquake Wave Propagation and Landslide Effects. Periodica Polytechnica: Civil Engineering, [en línea]. (2017) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3311/PPci.9339>
ISSN: 21592299
- ALDARAJEE, A. H. M., HOSSEINIAN, S. H., & VAHIDI, B. A secure tri-level planner- disaster-risk-averse replanner model for enhancing the resilience of energy systems. Energy [en línea]. (2019) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117916>.
ISSN: 03605442

- ZHANG, Shaohua, YANG, Kun y CAO, Yanbo. GIS-Based Rapid Disaster Loss Assessment for Earthquakes. IEEE Access [en línea]. 2019, Vol. 7, n° 1. [Fecha de consulta: 01 de octubre 2020]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eoah&AN=48259104&lang=es&site=ehost-live> ISSN: 21693536
- HE, X., & YUAN, Y. A Framework of Identifying Critical Water Distribution Pipelines from Recovery Resilience. Water Resources Management [en línea]. (2019) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11269-019-02328-2> ISSN: 09204741
- GHIASI, V., & MOZAFARI, V. Seismic response of buried pipes to microtunnelling method under earthquake loads. Soil Dynamics & Earthquake Engineering [en línea]. (2018) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.05.020> ISSN: 02677261
- ESKANDARI, M., OMIDVAR, B., MODIRI, M., NEKOOIE, M. A., & ALESHEIKH, A. A. Geospatial Analysis of Earthquake Damage Probability of Water Pipelines Due to Multi-Hazard Failures. ISPRS International Journal of Geo-Information, [en línea]. (2017) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijgi6060169> ISSN: 22209964
- MINA, D., FORCELLINI, D., & KARAMPOUR, H. Analytical fragility curves for assessment of the seismic vulnerability of HP/HT unburied subsea pipelines. Soil Dynamics & Earthquake Engineering, [en línea]. (2017) [Fecha de consulta: 15 de octubre 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106308> ISSN: 02677261.

ANEXOS:

ANEXO 1: Matriz de consistencia

“Propuesta de tuberías HDPE para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020”					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODO
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1: Propuesta de Tubería HDPE		Tipo de investigación: Aplicada experimental. Diseño de investigación: Tipo experimental. Población: 227 km de tuberías aproximadamente. Muestra: La muestra estará constituida por la red de tuberías ubicada la Urb. Seremsa
¿En qué medida la propuesta de tubería HDPE reducirá la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020?	Proponer la tubería HDPE para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020	La propuesta de tubería HDPE reducirá la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020	Dimensiones	Indicadores	
			Características tubería HDPE	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de material. • Longitud. • Diámetro. • Comportamiento sísmico. 	
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Variable 2: Vulnerabilidad Sísmica.		Muestreo: No probabilístico. Técnicas de recolección de datos: Observación directa y el análisis de los documentos. Instrumentos de recolección de datos: Como instrumento para este trabajo de investigación se usó la Ficha de Recolección de datos
¿Cuál es la injerencia del tipo de suelo en el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable de El Agustino 2020?	Estimar la injerencia del tipo de suelos en el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable de El Agustino 2020.	Hay injerencia del tipo de suelos en el comportamiento sísmico de las líneas de agua potable de El Agustino 2020.	Dimensiones	Indicadores	
			Tipos de tuberías existentes.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de material. • Longitud. • Diámetro. • Comportamiento sísmico. 	
			Vulnerabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Física. • Funcional. 	
¿Cuál es la vulnerabilidad sísmica de las líneas de agua potable de El Agustino 2020?	Analizar la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020.	La vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020 es alta.			
¿Cuáles son los tipos de tubería adecuados para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020?	Establecer los tipos de tubería adecuados para reducir la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020.	Los tipos de tuberías propuestos reducirán la vulnerabilidad sísmica en las líneas de agua potable de El Agustino 2020			

ANEXO 2: Ficha de recolección de datos.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
Proyecto:	PROPUESTA DE TUBERIAS HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD SISMICA EN LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020				
Autor	ABANTO ROMERO WILFREDO JUNIOR				
INFORMACION GENERAL:					
Ubicación:				Clima:	
Distrito:		Provincia:		Departamento:	
Latitud		Longitud:		Altitud:	
VARIABLE 1: Propuesta de tubería HDPE					
CARACTERISTICAS DE LA TUBERIA HDPE					
VARIABLE 2: Vulnerabilidad Sísmica					
MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA					
CARACTERISTICAS DEL SUELO					
CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS EXISTENTES					

ANEXO 3: Certificado de Laboratorio



RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99.6
Nº4	4.750	98.5
Nº10	2.000	97.1
Nº20	0.850	96.1
Nº40	0.425	92.7
Nº60	0.250	87.9
Nº100	0.149	78.6
Nº200	0.075	66.6

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

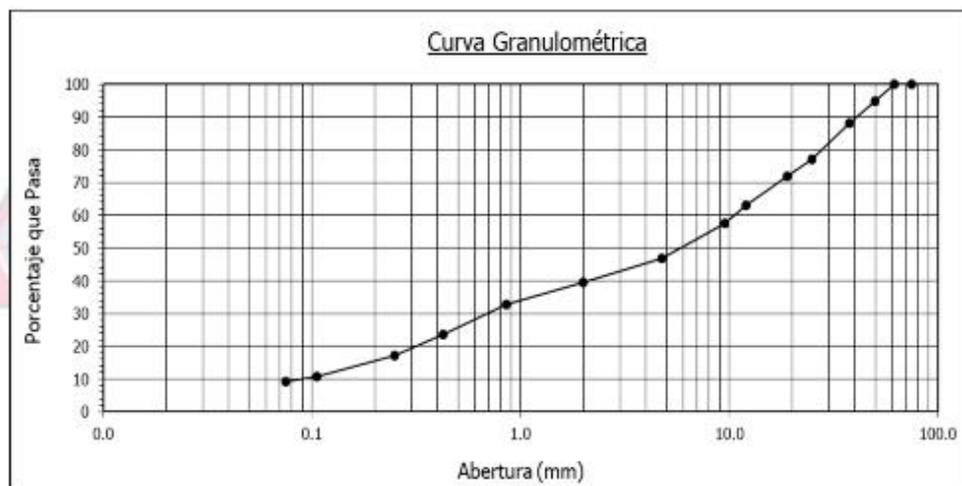



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1



Observaciones:

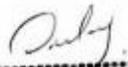
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERÍA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	27.50
LÍMITE PLÁSTICO	19.86
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.64

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

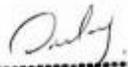
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

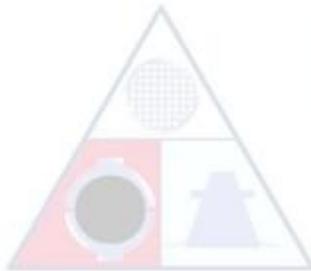


RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-2



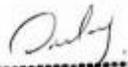
Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99.5
Nº4	4.750	98.7
Nº10	2.000	97.0
Nº20	0.850	96.4
Nº40	0.425	92.8
Nº60	0.250	88.1
Nº100	0.149	78.7
Nº200	0.075	66.8

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

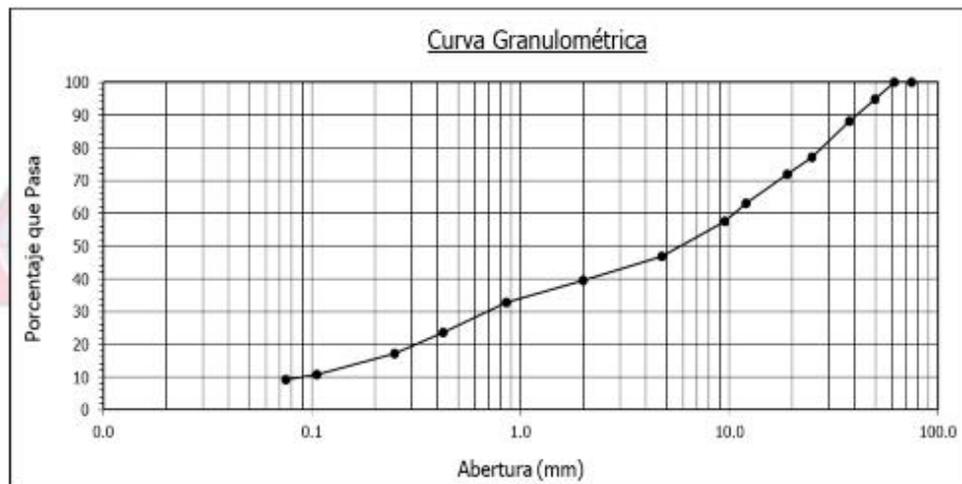



 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-2



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERÍA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	27.10
LÍMITE PLÁSTICO	19.21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.89

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

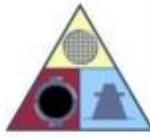
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



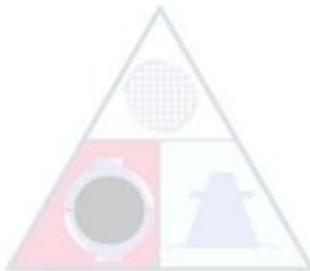
MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-3



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.850	99.8
Nº40	0.425	98.2
Nº60	0.250	91.8
Nº100	0.149	74.2
Nº200	0.075	67.3



Observaciones:

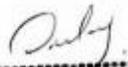
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

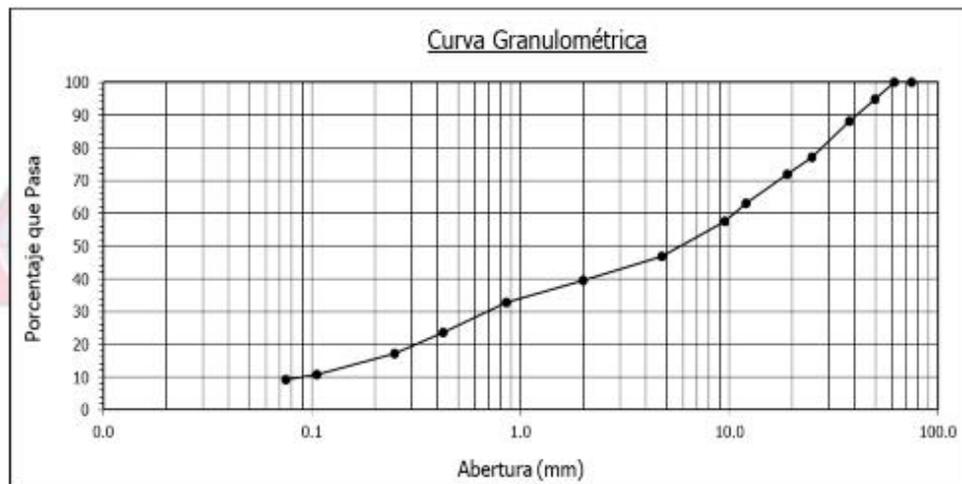



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-3



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	32.0
LIMITE PLÁSTICO	22.0
INDICE DE PLASTICIDAD	10.0

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	CL Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
---------------------	--

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

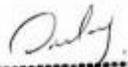
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

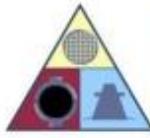
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



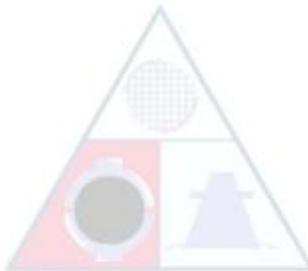
MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-4



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.850	99.7
Nº40	0.425	98.1
Nº60	0.250	91.7
Nº100	0.149	74.1
Nº200	0.075	67.2

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

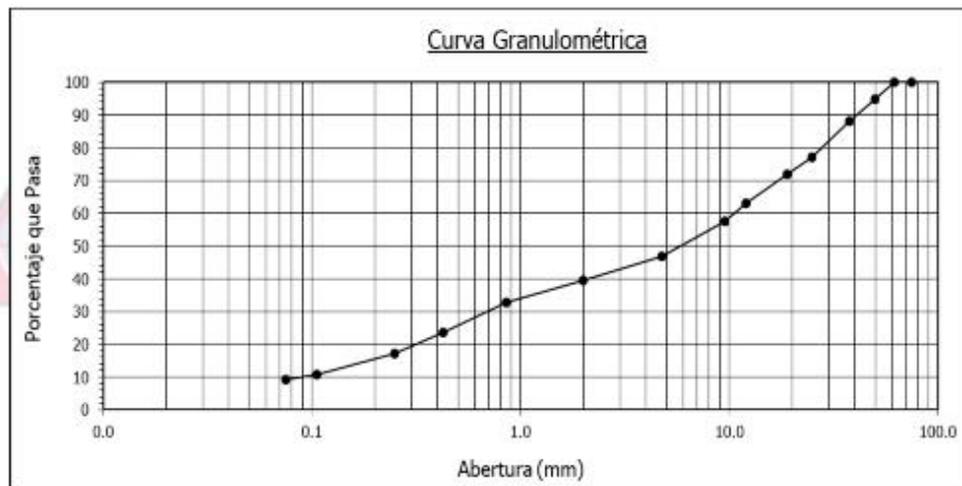



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-4



Observaciones:

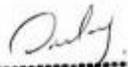
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	31.8
LIMITE PLÁSTICO	21.9
INDICE DE PLASTICIDAD	9.9

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	CL Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
---------------------	--

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

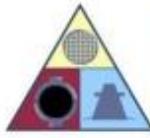
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



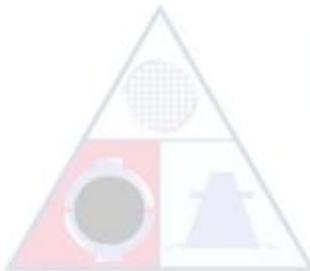
MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-5



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99,6
Nº4	4.750	98,7
Nº10	2.000	97,4
Nº20	0.850	96,5
Nº40	0.425	92,9
Nº60	0.250	88,1
Nº100	0.149	78,9
Nº200	0.075	66,8

MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

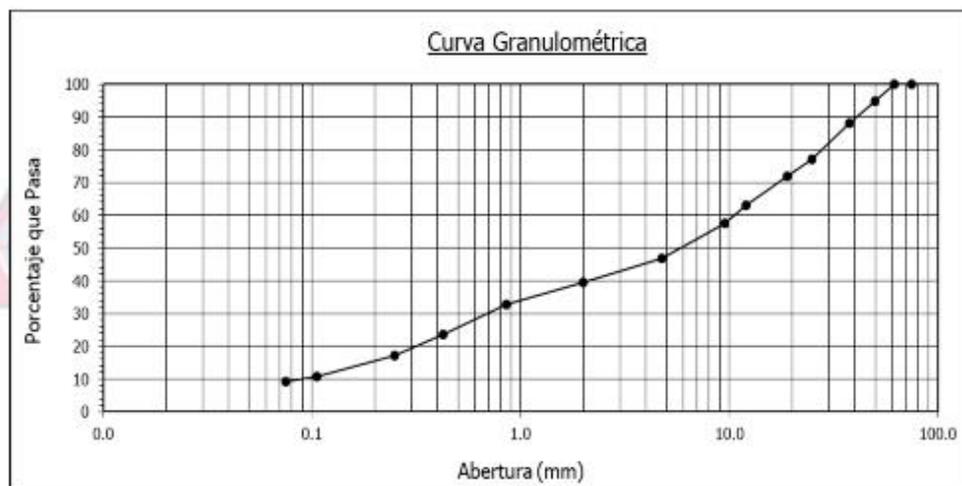



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-5



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERÍA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	27.90
LÍMITE PLÁSTICO	20.89
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.01

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

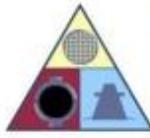
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



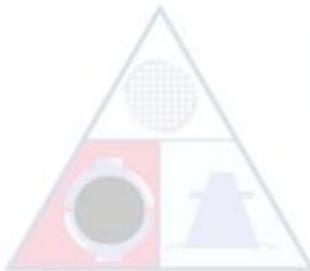
MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-6



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.850	99.6
Nº40	0.425	98.0
Nº60	0.250	91.6
Nº100	0.149	74.0
Nº200	0.075	67.1



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

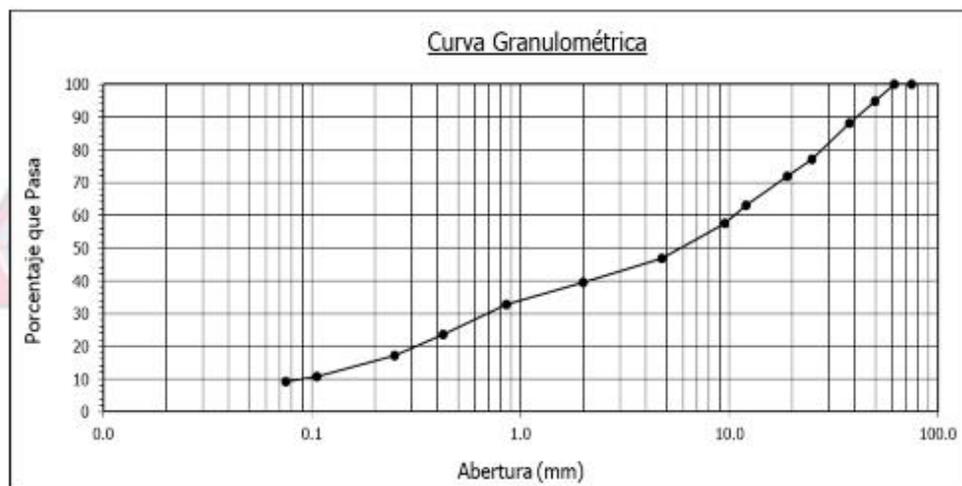



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-6



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	31.9
LIMITE PLÁSTICO	21.7
INDICE DE PLASTICIDAD	10.2

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	CL Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
---------------------	--

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

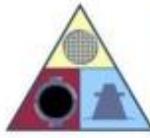
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



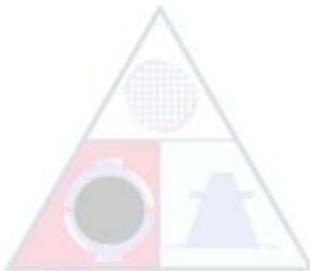
MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-7



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99.8
Nº4	4.750	98.9
Nº10	2.000	97.5
Nº20	0.850	96.7
Nº40	0.425	93.0
Nº60	0.250	88.3
Nº100	0.149	79.0
Nº200	0.075	66.9

MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Observaciones:

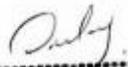
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

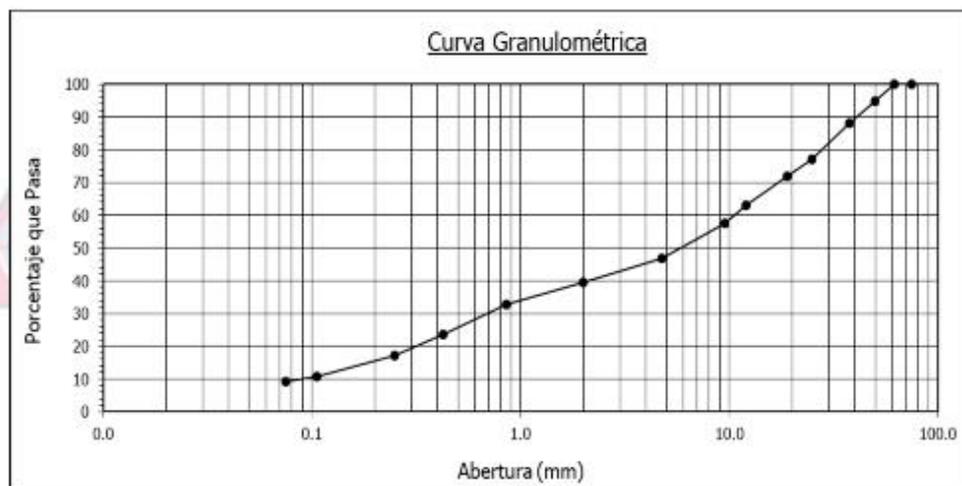



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-7



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	28.1
LÍMITE PLÁSTICO	20.9
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.2

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

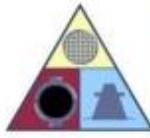
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



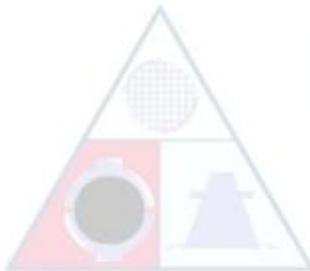
MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-8



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.850	99.3
Nº40	0.425	97.8
Nº60	0.250	91.2
Nº100	0.149	73.6
Nº200	0.075	66.9



Observaciones:

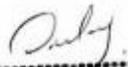
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

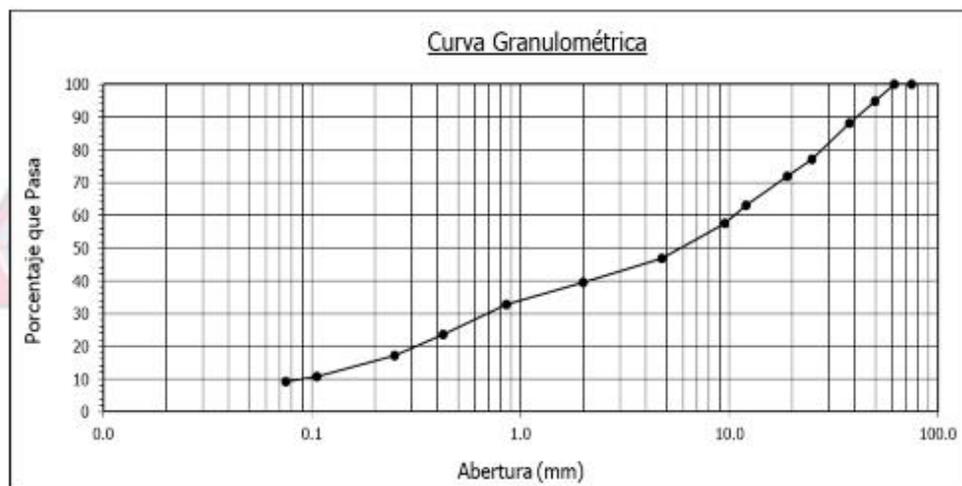



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-8



Observaciones:

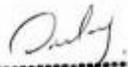
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERÍA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	32.1
LÍMITE PLÁSTICO	22.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.1

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	CL Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
---------------------	--

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

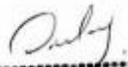
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

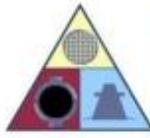
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-9

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99.4
Nº4	4.750	98.5
Nº10	2.000	97.3
Nº20	0.850	96.4
Nº40	0.425	92.9
Nº60	0.250	88.1
Nº100	0.149	78.8
Nº200	0.075	66.6

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

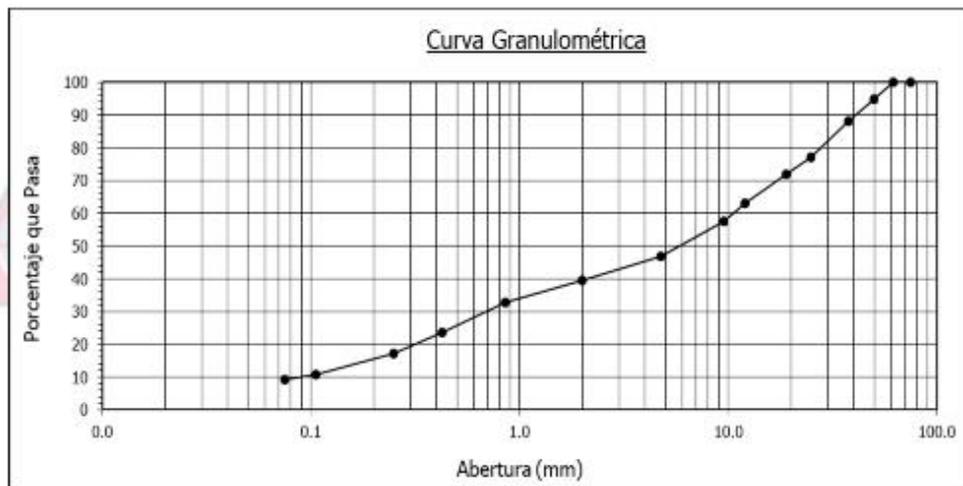



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-9



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	26.8
LIMITE PLÁSTICO	20.2
INDICE DE PLASTICIDAD	7.2

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

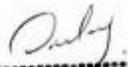
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

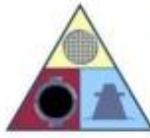
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



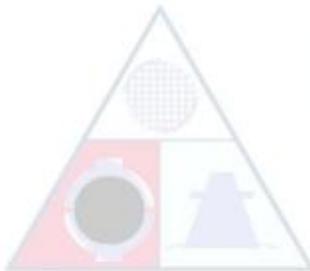
MASTERLEM S A C
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99.6
Nº4	4.750	98.5
Nº10	2.000	97.1
Nº20	0.850	96.1
Nº40	0.425	92.7
Nº60	0.250	87.9
Nº100	0.149	78.6
Nº200	0.075	66.6

Observaciones:

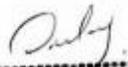
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

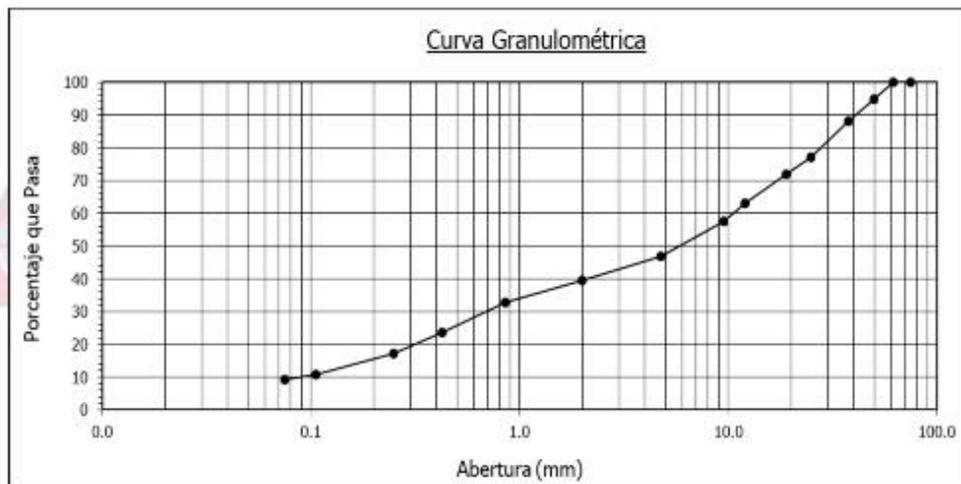



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-10



Observaciones:

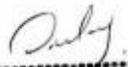
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	27.50
LIMITE PLÁSTICO	19.86
INDICE DE PLASTICIDAD	7.64

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

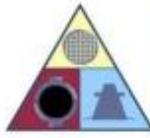
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



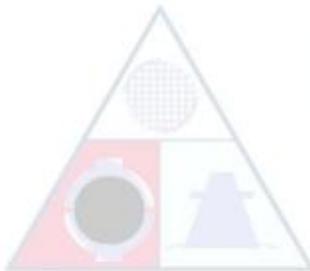
MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-11



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	100.0
Nº4	4.750	100.0
Nº10	2.000	100.0
Nº20	0.850	99.8
Nº40	0.425	98.2
Nº60	0.250	91.8
Nº100	0.149	74.2
Nº200	0.075	67.3

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

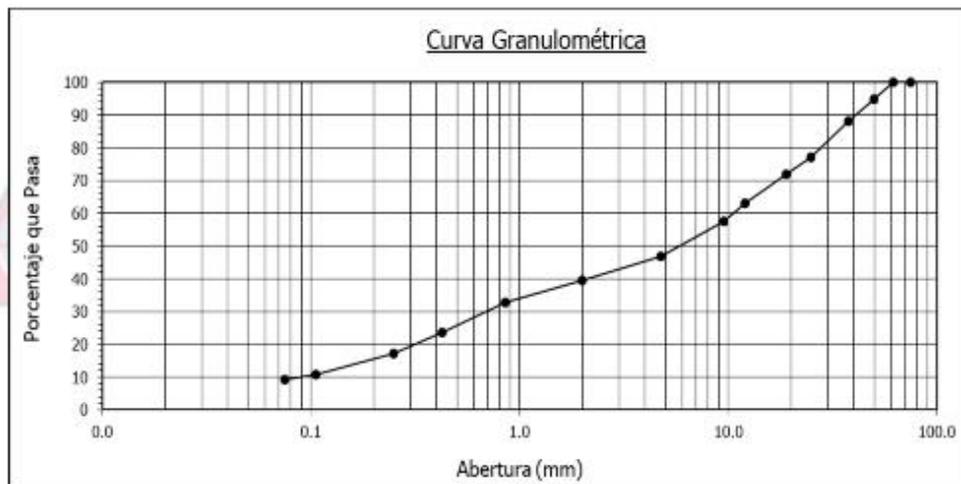



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-11



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 94286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
 E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	32.0
LIMITE PLÁSTICO	22.0
INDICE DE PLASTICIDAD	10.0

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
 (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
 Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	CL Arcilla Arenosa de Baja Plasticidad
---------------------	--

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
 Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
 Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

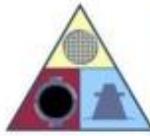
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO



MASTERLEM S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

RUC 20506076235
Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
950 270 955 – 01 5407661
Web: www.masterlem.com.pe
Email: servicios@masterlem.com.pe

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-12



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	100.0
1/2"	12.000	100.0
3/8"	9.500	99.4
Nº4	4.750	98.5
Nº10	2.000	97.3
Nº20	0.850	96.4
Nº40	0.425	92.9
Nº60	0.250	88.1
Nº100	0.149	78.8
Nº200	0.075	66.6

Observaciones:

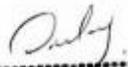
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

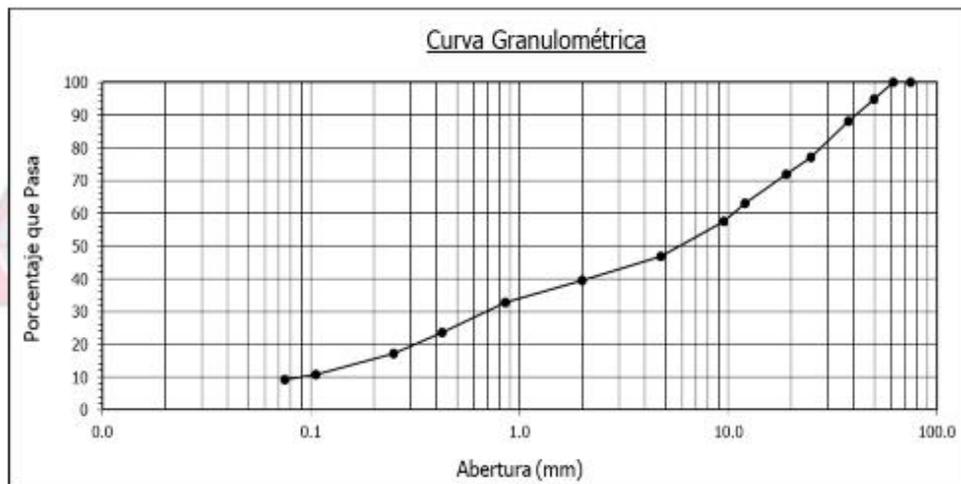



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
 PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
 SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
 UBICACIÓN : EL AGUSTINO
 FECHA EMISION : 22/05/21
 EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-12



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
SOLICITANTE : WILFREDO JUNIOR ABANTO ROMERO
PROYECTO : PROPUESTA DE TUBERIA HDPE PARA REDUCIR LA VULNERABILIDAD
SISMICA DE LAS LINEAS DE AGUA POTABLE DE EL AGUSTINO 2020
UBICACIÓN : EL AGUSTINO
FECHA EMISION : 22/05/21
EXPEDIENTE : IT 041-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LIMITE LIQUIDO	26.8
LIMITE PLÁSTICO	20.2
INDICE DE PLASTICIDAD	7.2

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACION SUCS:	GC Grava con arcillas
---------------------	-----------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4
-----------------------	-----

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

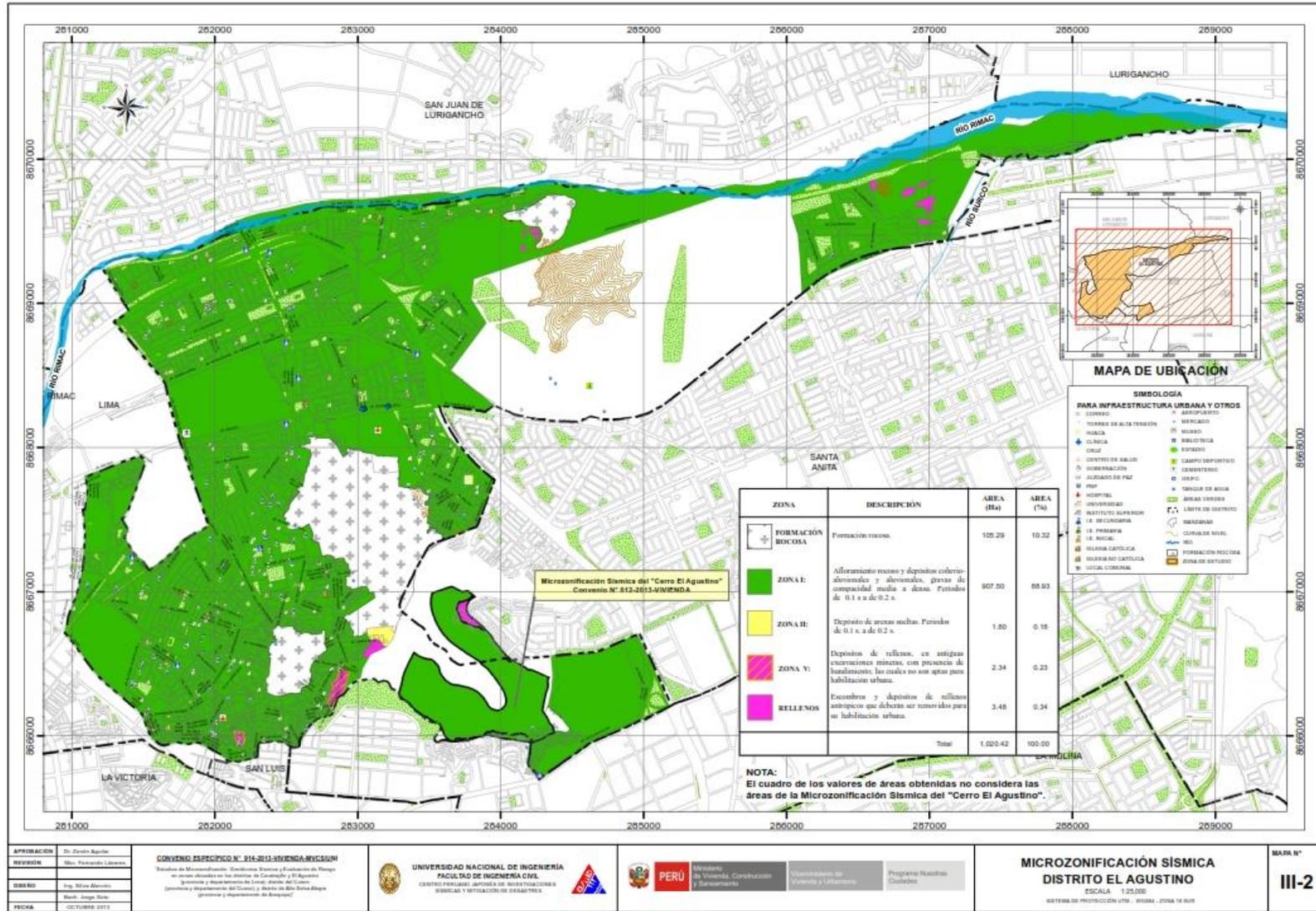



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

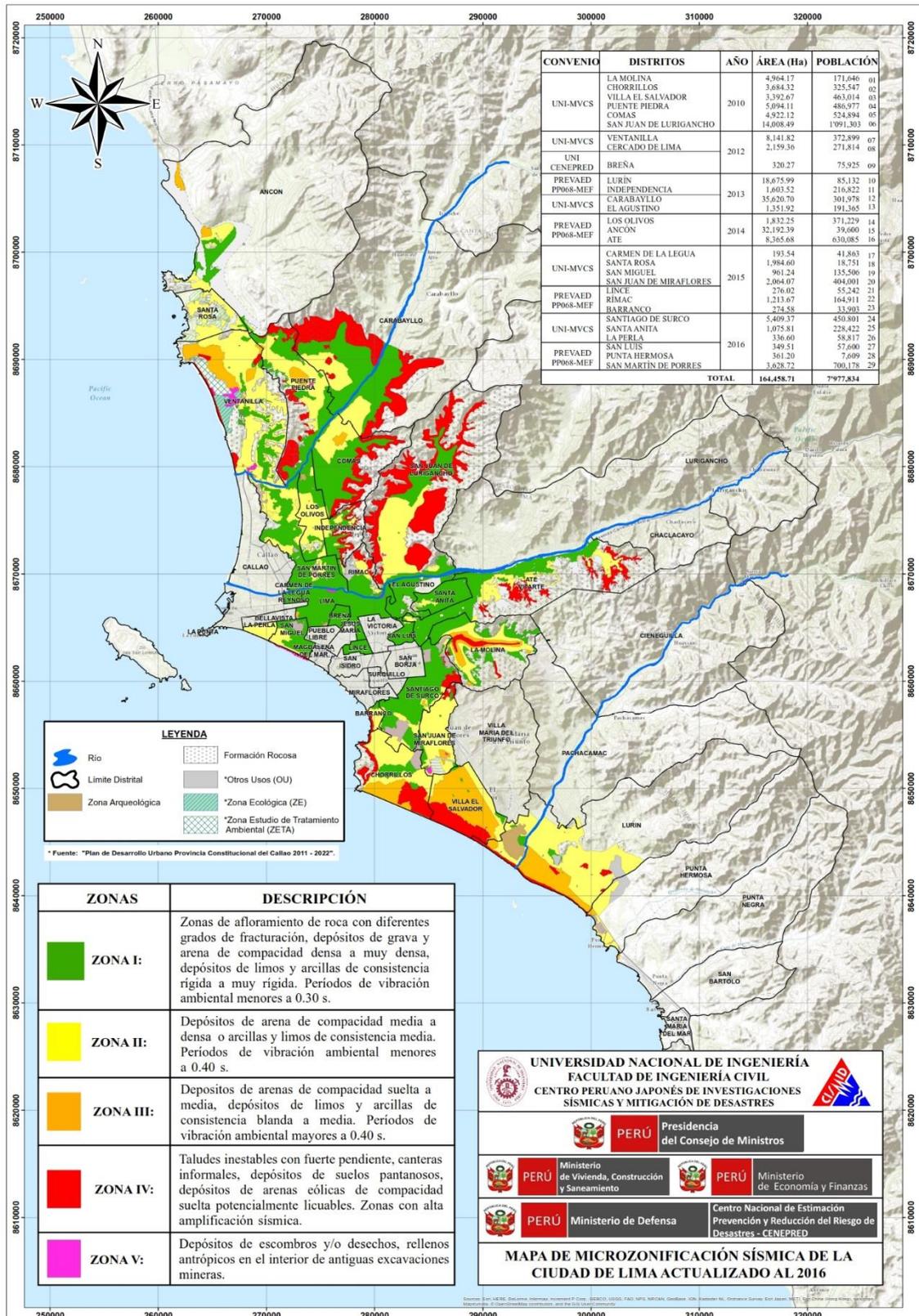
ANEXO 5: Mapa del distrito de El Agustino (Área de Estudio)



ANEXO 6: Microzonificación Sísmica en el distrito de El Agustino



ANEXO 7: Microzonificación Sísmica en Lima Metropolitana



ANEXO 8: Panel Fotográfico





