

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“MODELAMIENTO DE LA RELACION CAPILARIDAD-
DETERIORO EN EDIFICACIONES DEL SECTOR VISTA
ALEGRE. DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA.
PROVINCIA TRUJILLO”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRÁULICA

**AUTORES: BACH: LOAYZA BRICEÑO SANTIAGO ALEX
BACH. ZAVALETA CABALLERO RONAL OSWALDO**

ASESOR: Dr. SAGASTEGUI PLASENCIA FIDEL GERMAN

TRUJILLO - PERÚ

2017

Nº de registro:.....

**“MODELAMIENTO DE LA RELACION CAPILARIDAD- DETERIORO EN
EDIFICACIONES DEL SECTOR VISTA ALEGRE. DISTRITO VICTOR LARCO
HERRERA. PROVINCIA TRUJILLO”**

Por:

Bach: Loayza Briceño Santiago Alex

Bach. Zavaleta Caballero Ronal Oswaldo

Aprobado por:

Ing. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA
PRESIDENTE
CIP

Ing. JUAN PABLO GARCIA RIVERA
SECRETARIO
CIP

Ing. MANUEL ALBERTO VERTIZ MALABRIGO
VOCAL
CIP

Ing. FIDEL GERMAN SAGASTEGUI PLASENCIA
ASESOR
CIP

PRESENTACION

Señores miembros de Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, pongo a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: “MODELAMIENTO DE LA RELACION CAPILARIDAD- DETERIORO EN EDIFICACIONES DEL SECTOR VISTA ALEGRE. DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA. PROVINCIA TRUJILLO”

DEDICATORIA

A DIOS, POR HABERME PERMITIDO LLEGAR HASTA ESTE PUNTO Y HABERME DADO SALUD PARA LOGRAR MIS OBJETIVOS, ADEMÁS DE SU INFINITA BONDAD Y AMOR.

A MI MADRE VIOLETA, POR HABERME APOYADO EN TODO MOMENTO, POR SUS CONSEJOS, SUS VALORES, POR LA MOTIVACIÓN CONSTANTE QUE ME HA PERMITIDO SER UNA PERSONA DE BIEN, PERO MÁS QUE NADA, POR SU AMOR.

A MI PADRE SANTIAGO, POR LOS EJEMPLOS DE PERSEVERANCIA Y CONSTANCIA QUE LO CARACTERIZARON Y QUE ME HABÍA INFUNDADO SIEMPRE, POR EL VALOR MOSTRADO PARA SALIR ADELANTE Y POR SU AMOR QUE SIEMPRE ME TUVO.

A MIS HIJOS DIEGO Y SANTIAGO, POR SER EL MOTOR DE MI VIDA FUERON PARTE MUY IMPORTANTE DE LO QUE HOY PUEDO PRESENTAR COMO TESIS, GRACIAS A ELLOS POR EL TIEMPO SACRIFICADO PARA SER INVERTIDO EN EL DESARROLLO DE ESTA, GRACIAS POR ENTENDER QUE EL ÉXITO DEMANDA ALGUNOS SACRIFICIOS Y QUE EL COMPARTIR TIEMPO CON ELLOS, HACIA PARTE DE ESTOS SACRIFICIOS.

A MIS HIJOS DEDICO ESTA TESIS, A ELLOS DEDICO TODAS LAS BENDICIONES QUE DE PARTE DE DIOS VENDRÁN A NUESTRAS VIDAS COMO RECOMPENSA DE TANTA DEDICACIÓN, TANTO ESFUERZO Y FE EN LA CAUSA MISMA.

Att LOAYZA BRICEÑO SANTIAGO ALEX

DEDICATORIA

A DIOS, POR DARMER LAS FUERZAS PARA SUPERAR TODOS LOS RETOS QUE HAN APARECIDO EN MI VIDA Y EN ESPECIAL EN LA CULMINACION DE ESTE PROYECTO

A MI MADRE, MARITZA POR SIEMPRE APOYARME EN CUMPLIR MI SUEÑO DE SER UN GRAN PROFESIONAL, NUNCA ME DEJO DE APOYAR Y POR ESO SIEMPRE ESTARE AGRADECIDO CON ELLA.

A MIS ABUELOS, OSWALDO Y MATILDE POR SU APOYO Y CONSTANTE COMPAÑÍA, SIEMPRE SENTI QUE ESTABAN ALLI PARA MI CUANDO NECESITABA ALGO.

A MIS ABUELOS, SANTA MARIA Y YOLANDA POR SU APOYO Y CONSTANTE COMPAÑÍA, HAN SIDO MUY IMPORTANTES EN EL TIEMPO DE MI FORMACION PROFESIONAL.

Att RONAL OSWALDO ZAVALETA CABALLERO

AGRADECIMIENTO

A dios por darme paciencia y mucha fortaleza a lo largo de mi formación de la carrera de Ingeniería Civil.

A mi familia, por su constante apoyo incondicional a lo largo de de mis estudios.

A mi asesor Dr. Sagastegui Plasencia Fidel German, quien me brindo su valiosa y desinteresada orientación y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A gradezco también, a todos mis docentes y compañeros que de una u otra manera aportaron algo a mi formación académica.

Y a todas las personas que contribuyeron en la elaboración de este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el Sector Vista Alegre. Provincia Víctor Larco Herrera Trujillo, en dicha zona se presentan condiciones ambientales propicias para la presencia de la relación capilaridad-deterioro en edificaciones.

Lo que se hizo es estudiar la zona para observar el alcance del problema de humedad por capilaridad para poder determinar el escenario de deterioro en las edificaciones de la zona que presenta por este problema.

La humedad por capilaridad es uno de los inconvenientes más recurrentes en los hogares. El fenómeno conocido por capilaridad se genera debido a que el agua sube por medio de los cimientos, elevándose por muros y paredes, es decir, que éste tipo de humedad, por lo general, tienen su comienzo en las zonas más bajas de la casa, como sótanos, y luego va “trepando” por los muros y paredes según la cantidad de agua que hayan absorbido.

En el origen de este fenómeno intervienen variables ambientales como las hidroclimáticas y del suelo; estas al combinarse con las típicas de la edificación, incrementan el deterioro y dan lugar a la presencia de una relación de capilaridad-deterioro, que deja a la edificación totalmente vulnerable.

Ante esta situación, se hace necesario adoptar medidas para evitar que se produzcan daños debido a esta relación; de ahí surge la necesidad de conocer cuáles son las etapas de actuación del deterioro por efectos del fenómeno de la humedad por capilaridad en un área geográfica determinada, lo cual permitirá contar con elementos que garanticen una adecuada intervención.

Este modelamiento proporcionará una herramienta clave en la gestión del deterioro, en función de la conservación de las edificaciones afectadas por la relación capilaridad-deterioro en el sector mencionado.

Palabras: Capilaridad, deterioro de edificaciones en Víctor Larco Herrera

ABSTRACT

This research work was carried out in the Vista Alegre Sector. Province Victor Larco Herrera Trujillo, in this area are presented environmental conditions conducive to the presence of the capillarity-deterioration relationship in buildings.

What was done is to study the area to observe the extent of the moisture problem by capillarity in order to determine the scenario of deterioration in the buildings in the area that presents this problem.

Moisture by capillarity is one of the most recurrent drawbacks in households. The phenomenon known as capillarity is generated because water rises through the foundations, rising up walls and walls, ie, this type of moisture, usually have their beginning in the lower areas of the house, like basements, and then goes "climbing" the walls and walls according to the amount of water they have absorbed.

The origin of this phenomenon involves environmental variables such as hydroclimates and soil; these when combined with the typical ones of the building, increase the deterioration and give rise to the presence of a relation of capillarity-deterioration, that leaves the building totally vulnerable.

In view of this situation, it is necessary to take measures to prevent damage from this relationship; from there arises the need to know which are the stages of action of the deterioration by effects of the phenomenon of moisture by capillarity in a determined geographical area, which will allow to have elements that guarantee an adequate intervention.

This modeling will provide a key tool in the management of deterioration, depending on the conservation of buildings affected by the capillarity-deterioration relationship in the sector mentioned.

INDICE GENERAL

Hoja de firmas.....	ii
Presentación.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tablas.....	xiii
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulacion del problema.....	4
1.3 Objetivos del estudio.....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2Objetivos Específicos.....	4
1.4 Justificación del estudio.....	4
1.4.1 Justificación académica.....	4
1.4.2Justificación Técnica.....	5
1.4.3Justificación Social.....	5
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1 Antecedentes.....	6

2.2 Fundamentación Teórica.....	7
2.3 Definiciones.....	9
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	23
3.1 Material.....	23
3.1.1 Población	23
3.1.2 Muestra.....	23
3.1.3 Unidad de análisis.....	23
3.2 Métodos.....	23
3.2.1 Tipo de investigación.....	23
3.2.2 Diseño de la investigación.....	24
3.2.3 Variables de estudio.....	24
3.2.3.1 Variable Dependiente.....	24
3.2.3.2 Variable Independiente.....	24
3.2.4 Operacionalización de Variables.....	25
3.2.5 Instrumentos de recolección de datos.....	27
3.2.6 Procedimiento y análisis de datos.....	27
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	59
CAPITULO V: DISCUSION.....	69
CAPITULO VI: CONCLUSIONES.....	70
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.....	72
CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	73
ANEXOS.....	75

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Humedad de muro por ascenso capilar.....	2
Figura N° 02: Esquema de movimiento del agua y por capilaridad deteriora cimientos y muros en edificaciones.....	2
Figura N° 03: Ascensión de agua en un tubo capilar.....	8
Figura N° 04: Vista de muros empapados de agua hasta esa altura y con presencia de sales producto del ascenso capilar de la humedad.....	10
Figura N° 05: Esquema del movimiento del fenómeno de humedad por capilaridad en un elemento construido.....	11
Figura N° 06: Hongos en la pared producidos por la presencia de humedad en las paredes.....	20
Figura N° 07: Humedad presente en columna que pone en peligro la estabilidad de la estructura.....	20
Figura N° 08: Pintura deteriorada por la humedad.....	21
Figura N° 09: Plano topográfico de Trujillo.....	28
Figura N° 10: Plano del sector Vista Alegre delimitado en manzanas.....	29
Figura N° 11: Plano del sector Vista Alegre delimitado en lotes.....	29
Figura N° 12: Vivienda del Av. Victor Larco Herrera.....	30
Figura N° 13: Parque central de Vista Alegre.....	30
Figura N° 14: Mercado De productos del campo.....	31
Figura N° 15: Campo de Futbol Vista Alegre.....	31
Figura N° 16: Mapa de monitoreo de lluvias.....	34
Figura N° 17: Calles de Trujillo cubiertas de agua proveniente de la quebrada San Idelfonso.....	38
Figura N° 18: Mapa de recorrido de desbordes de quebradas León, San Idelfonso y San Carlos.....	40

Figura N° 19: Fachada de la vivienda donde se obtendrá la muestra de suelos.....	41
Figura N° 20: Proceso de excavar para obtener la muestra.....	41
Figura N° 21: Calicata completa de 1 m de profundidad.....	42
Figura N° 22: Muestras obtenidas de la calicata.....	42
Figura N° 23: Altura capilar del exterior de una vivienda.....	43
Figura N° 24: Lotes con altura capilar considerable.....	44
Figura N° 25: Grafico de las alturas capilares de las edificaciones.....	55
Figura N° 26: Casa típica de material noble, donde se visualiza la humedad en la fachada.....	56
Figura N° 27: Muro de vivienda, con presencia de deterioro de los ladrillos por la humedad y sulfatos existentes en la zona de estudio.....	56
Figura N° 28: Casa de material noble que no presenta humedad, por los procedimientos constructivos previos para evitar la humedad por capilaridad.....	57
Figura N° 29: Muro de ladrillos que no presenta humedad.....	57
Figura N° 30: Excavación en la pared de la vivienda, donde se verifico que existe cubiertas para evitar la humedad y deterioro de los sulfatos a la cimentación de la vivienda.....	58
Figura N° 31: Material plástico que cubre los cimientos.....	58
Figura N° 32: Resultados de análisis del suelo del área de estudio.....	59
Figura N° 33: Patrones de perforación en muro.....	65
Figura N° 34: Especificación para muro de ladrillo al que se le va a aplicar inyecciones para la humedad.....	65
Figura N° 35: Cartucho y aplicador del producto SikMur.....	67
Figura N° 36: Aplicación del producto Sikamur en muros.....	67
Figura N° 37: Perforaciones para la aplicación del producto Sikamur.....	68

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Operazionalizacion de Variables.....	25
Tabla N° 02: Precipitación Total Anual, Según Departamento, 2001-2015.....	35
Tabla N° 03: Humedad Relativa Promedio Anual, Según Departamento, 2002-2015.....	36
Tabla N° 04: Humedad Relativa Promedio, Mínima Y Máxima Anual Por Estación.....	37
Tabla N° 05: Características del suelo de estudio.....	45
Tabla N° 06: Datos sobre las perforaciones para aplicar producto Sikamur.....	65
Tabla N° 07: Detalles sobre el consumo del producto Sikamur.....	66

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1 Planteamiento del Problema

La zona de estudio es decir Vista Alegre es un sector de la zona urbana y está ubicada en el lado oeste de la ciudad de Trujillo, su altura es 5 mts sobre el nivel del mar (msnm); está ubicada en el distrito Víctor Larco en la Provincia de Trujillo, en la Región La Libertad.(PLAN DEMETRU).

El agua presente en la naturaleza, puede ser devastadora en las edificaciones cuando se comporta en forma de humedad; este es el caso del efecto del fenómeno de humedad por capilaridad o humedad por absorción capilar, la cual constituye una amenaza constante para las edificaciones, hasta el punto de provocar, en muchos casos, su destrucción. (Barrios Sevilla, 2012)

La humedad por capilaridad es uno de los principales inconvenientes más recurrentes en los hogares, esta se presenta en estado líquido (causado por las lluvias, napas freáticas o por condensaciones tanto al nivel de la superficie como al interior de un material) y de vapor de agua. El aire atmosférico contiene un gran número de componentes gaseosos, vapor de agua y mezclas contaminantes El fenómeno conocido por capilaridad se genera debido a que el agua sube por medio de los cimientos, elevándose por muros y paredes. Es decir, que éste tipo de humedad, en la mayoría de casos, tienen su comienzo en las zonas más bajas de la casa, como pueden ser sótanos, y luego va “trepando” por los muros y paredes según la cantidad de agua que hayan absorbido. Por otro lado su propagación puede ser provocada por un proyecto deficiente desde el punto de vista habitabilidad, calidad de los materiales no adecuada a las condiciones existentes, fallas de tipo constructivo, sistemas constructivos mal utilizados, aislamiento térmico deficiente, ausencia de un control de calidad adecuado y sistemático, ausencia de normalización nacional, falta de una adecuada mantención preventiva. (De Bedenetti Gabriel, 2015)

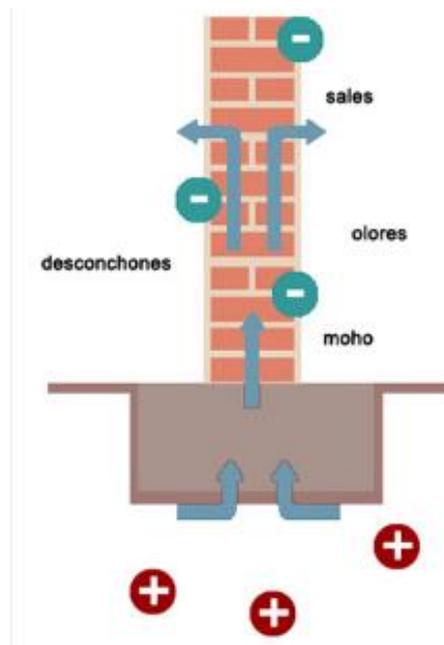
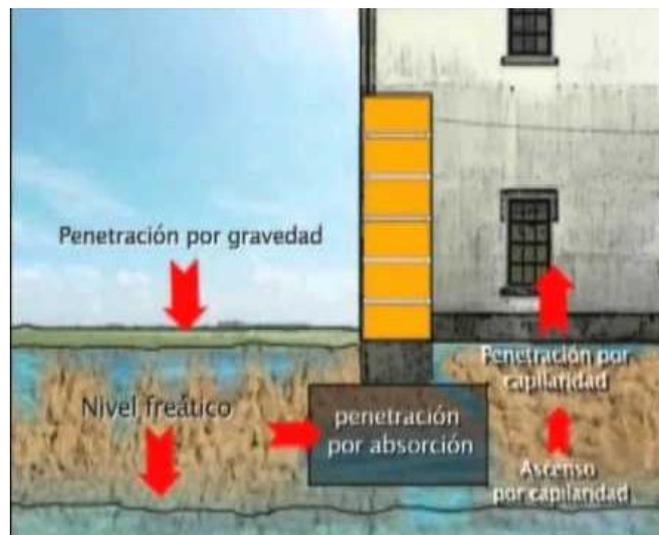


Figura N° 01: Humedad de muro por ascenso capilar

Fuente: Barrios Sevilla, 2012



Fotografía N° 02: Esquema de movimiento del agua y por capilaridad deteriora cimientos y muros en edificaciones.

Fuente: Alvarez Odalys, 2013

La velocidad con la que el fluido atraviesa el material depende del tipo de material, de la naturaleza del fluido, de la presión del fluido y de la temperatura. La penetrabilidad suele considerarse sinónimo de permeabilidad. Además, para que un material sea permeable debe ser poroso, esto quiere decir, debe contener espacios vacíos o poros que le permitan absorber fluido. No obstante, la porosidad en sí misma no es

suficiente: los poros deben estar interconectados de algún modo para que el fluido disponga de caminos por el cual moverse a través del material. (Alvarez Odalys, 2013)

En el origen de este fenómeno intervienen variables ambientales como las hidroclimáticas y del suelo; estas al combinarse con las típicas de la edificación, incrementan el deterioro y dan lugar a la presencia de una relación de capilaridad-deterioro, que deja a la edificación totalmente vulnerable. Las fuentes de humedad en una edificación se clasifican en aquellas de origen externo e interno. Las de origen externo son provocadas por dos factores, el primero es producto de la acción combinada de agua lluvia y viento sobre fachadas; y el segundo, producto de la ascensión capilar a través de las fundaciones y muros. Las de origen interno son producto del vapor presente en el aire y el que se genera al interior de la construcción denominada condensación, que puede ser intersticial y superficial. (Barrios Sevilla, 2012).

El problema de la humedad sería solucionable si tan sólo se considerarían cuatro aspectos: el diseño adecuado; elección de materiales convenientes, rigurosa inspección y que el usuario sepa hacer buen uso y mantención de su vivienda. El agua líquida se mueve fácilmente por vasos comunicantes, por gravedad y ascensión capilar y en forma de vapor se filtra por ranuras, perforaciones, rendijas, aberturas y ductos. (De Bedenetti Gabriel, 2015)

Ante esta situación, se hace necesario adoptar medidas para evitar que se produzcan daños debido a esta relación; de ahí surge la necesidad de conocer cuáles son las etapas de actuación del deterioro por efectos del fenómeno de la humedad por capilaridad en un área geográfica determinada, lo cual permitirá contar con elementos que garanticen una adecuada intervención

Por todo lo expreso esta investigación tiene como objetivo, confeccionar una metodología con los métodos tradicionales de estudios de humedad por capilaridad, para determinar el modelo de escenarios de deterioro generado por este tipo de humedad.

Esta metodología además de garantizar el análisis espacial y la correlación del comportamiento de las variables significativas que influyen en el proceso, permitirá realizar el monitoreo y control de las mismas para poder tener una perspectiva más clara del alcance del problema, también se podrá proponer soluciones para contenerlo y disminuirlo.

1.2 Formulación del problema

Con todo lo expuesto antes el problema se expresaría así: ¿Cómo es el Modelamiento de la Relación Capilaridad - Deterioro en edificaciones del sector Vista Alegre. Distrito Víctor Larco Herrera. Provincia Trujillo?

1.3 Objetivos del estudio

1.3.1 Objetivo General:

Determinar el modelamiento de la relación capilaridad - deterioro en edificaciones del sector Vista Alegre. Distrito Víctor Larco Herrera. Provincia Trujillo.

1.3.2 Objetivos Específicos:

- a) Recolección de datos bibliográficos y estadísticos.
- b) Determinación de las variables propias de las edificaciones y variables ambientales.
- c) Realizar un estudio de suelos de la zona.
- d) Determinar el contenido de sales.
- e) Determinar los ensayos de humedad gravimétrica.
- f) Evaluar la medición del gradiente de humedad.
- g) Medición de la altura capilar
- h) Proponer métodos para prevenir la ascensión capilar.

1.4 Justificación del estudio

1.4.1 Justificación académica

El proyecto de Investigación se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para evaluar el peligro de deterioro por el ascenso capilar de sales por el nivel freático elevado

existente en el sector Vista Alegre, en el Distrito de Víctor Larco Herrera. Trujillo.

1.4.2 Justificación Técnica

El presente proyecto está orientado evaluar los peligros y la vulnerabilidad a que están expuestas las edificaciones del Sector Vista Alegre, por la presencia de sales y la humedad por el ascenso capilar y debido a la presencia del Nivel freático elevado. Así mismo nos permitirá aplicar la Ley de Jurin , quien definió la altura que se alcanza cuando se equilibra el peso de la columna de líquido y la fuerza de ascensión por capilaridad.

1.4.3 Justificación Social

El proyecto se justifica socialmente porque proporcionará una alternativa más adecuada para afrontar el problema del deterioro de viviendas por el ascenso capilar debido al nivel freático elevado y se propondrán alternativas de solución en los procesos constructivos, materiales de construcción y alternativas tecnológicas de secado de humedad de las edificaciones y de esta manera Contribuir a mejorar la calidad de vida.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La revista “Scielo Arquitectura y Urbanismo” (La Habana, 2015) realizó una investigación en el centro histórico de la ciudad de Santiago de Cuba, área que presenta condiciones ambientales propicias para la presencia de la relación capilaridad-deterioro en edificaciones. La misma tuvo como objetivo determinar la influencia de las variables ambientales que modulan la relación capilaridad-deterioro en edificaciones a través de una herramienta que permita su estudio y monitoreo, tomando como caso para la investigación a las viviendas coloniales. Se aplicaron métodos teóricos y empíricos; y como novedad se introdujo el método de modelación en un sistema de información geográfica. Como resultado fundamental se obtuvo que la profundidad del nivel freático es concluyente en la manifestación de la relación capilaridad-deterioro, siendo efectiva hasta una profundidad de 3 m. A esta variable se asocia el tipo de suelo, determinándose que los suelos finos son los más perjudiciales. Los resultados permitieron demostrar también otros factores influyentes como la orientación geográfica de la fachada y el tipo modular de material de construcción.

Por otro lado JUAN FERNÁNDEZ (Chile,2014) en su tesis “HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO EN EDIFICACIONES” estudio los problemas que genera la humedad del suelo en viviendas de albañilería y hormigón armado que se construyen en la provincia de Santiago. La humedad proveniente del suelo daña en forma importante las construcciones de albañilería y de hormigón armado ya que ambos materiales, dada su contextura, absorben fluidos a través de vacíos de pequeño diámetro que quedan en el interior de los elementos constructivos. Esta característica permite el ascenso del agua a través de fundaciones, cimientos, sobre-cimientos o muros que quedan en contacto directo con suelos húmedos, causando graves problemas de habitabilidad en las edificaciones. Si bien se reconoce que éste es un problema habitual en las viviendas de Santiago, no existen

investigaciones o estudios formales que entreguen cifras específicas acerca de la cantidad de viviendas y, en consecuencia, de personas afectadas por este crítico problema. Teniendo en cuenta este vacío de información, en el presente trabajo se incluye una encuesta realizada, durante el proceso de investigación, en las 32 comunas que conforman la provincia de Santiago. Dicha encuesta se realizó en base a una muestra probabilística estratificada, que permite afirmar que los datos obtenidos son aplicables a toda la provincia. Los resultados de la encuesta confirman que los problemas de humedad proveniente del suelo afectan a cuatro de cada diez viviendas. Esta situación se atribuye a la escasa práctica y utilización de las medidas preventivas y a la baja efectividad de las soluciones paliativas existentes. Lo que perjudica no sólo la habitabilidad y estética de las viviendas, sino también la higiene y salud de los usuarios.

2.2 Fundamentación Teórica

La humedad presente en el suelo, invade las construcciones ascendiendo por capilaridad a través de los espacios que quedan en el interior de los elementos. (De Bedenetti Gabriel, 2015)

A continuación se explica la teoría que rige este fenómeno. Los efectos aparentes de tensión que ocurren en las superficies de los líquidos, cuando éstas están en contacto con otro líquido o con un sólido, dependen básicamente de las fuerzas de cohesión y adhesión.

Estas fuerzas pueden ser despreciables en muchos problemas de ingeniería pero en casos como el que se estudia en esta memoria cobran mucha relevancia. De acuerdo a la ley de gravedad se esperaría que un líquido en reposo dentro de un tubo presentara una isóbara horizontal. Esto no ocurre si es que el tubo es de diámetro suficientemente pequeño (capilar) ya que el nivel del fluido aumenta en las zonas de contacto con el sólido si las fuerzas de adhesión superan a las de cohesión, o disminuye, en caso contrario. (De La Peña Ana, 2014)

Un claro ejemplo de lo anterior se visualiza cuando se compara el comportamiento de dos fluidos, el agua y el mercurio, al sumergir un tubo capilar en ellos. (De La Peña Ana, 2014)

El fluido forma un menisco en la parte superior del tubo. Dependiendo de qué líquido se trate, se obtiene un menisco cóncavo (mercurio) o uno convexo (agua). El ángulo que forma la tangente al menisco con la pared del capilar se conoce como θ ángulo de contacto y varía para cada fluido. En aquellos donde las fuerzas de cohesión superan a las de adhesión se cumple $\theta=90^\circ$. Llamando σ a la tensión superficial del líquido al interior del tubo de radio r , se tiene que la fuerza ejercida por ella en el contorno del tubo es $2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma$. La proyección vertical de esta fuerza se obtiene utilizando el ángulo θ y su valor es $2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma \cdot \cos(\theta)$. Ésta es la fuerza responsable de elevar o disminuir el nivel del fluido dentro del tubo como se aprecia en la siguiente figura. (Garcia Soledad, 2012)

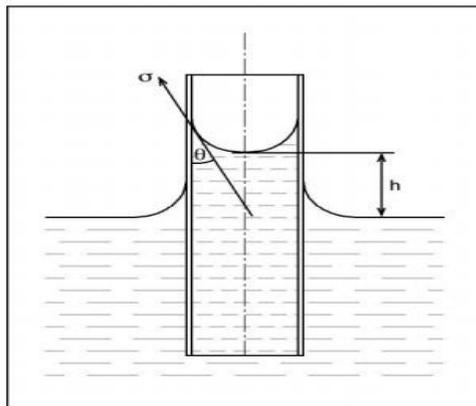


Figura N° 03: Ascensión de agua en un tubo capilar

Fuente: (Garcia Soledad, 2012)

Garcia Soledad establece que realizando un equilibrio de fuerzas se aprecia que la otra fuerza que actúa en este escenario es el peso de la columna de líquido. Sea ρ la densidad del fluido y h la altura de la columna de agua formada dentro del tubo, la masa de agua desplazada es $\pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho$. Una vez obtenida la masa, sólo hace falta multiplicarla por la aceleración de gravedad, g , para obtener la fuerza con que dicha columna es atraída por el centro de la Tierra, es decir el peso de la columna de fluido es $\pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g$. En el equilibrio, se iguala la fuerza de gravedad con la fuerza producida por la tensión superficial. De todas las

variables consideradas en este análisis la única desconocida, tomando como dato las relacionadas con el líquido, es la altura de la columna de fluido. Para encontrar su valor se plantea la siguiente ecuación:

$$\pi \cdot r^2 \cdot h \cdot \rho \cdot g = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \sigma \cdot \cos(\theta)$$

Despejando h de la ecuación anterior se obtiene que su valor es el siguiente:

$$h = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos(\theta)}{r \cdot \rho \cdot g}$$

En esta tesis lo que se busca es estudiar el fenómeno de ascenso de agua a través de los tubos capilares de los materiales. Esta ecuación nos permite entender la relación de la humedad con la altura visible de la humedad en las estructuras, esta será importante en nuestro estudio de la capilaridad en la zona.

2.3 Definiciones

¿Qué es la capilaridad?

La capilaridad es una propiedad de los líquidos que les permite alcanzar cierta altura cuando están en el interior de tubos o conductos de pequeño diámetro (poros). Al final, y pensando en lo que nos importa, es un problema de cierta complejidad que crea a su vez otros problemas de salubridad y durabilidad (abombamientos en la pintura, desprendimientos del enfoscado e incluso daños estructurales) en los elementos constructivos.

¿Cómo identificar las humedades por capilaridad?

La humedad, presente en el terreno (o en una zona inundada) asciende por capilaridad por muros y tabiques hasta una cierta altura, igual que sucede en una esponja. La altura que alcanza depende de varios factores (porosidad del material, evaporación y la propia humedad). Así pues es muy normal encontrar muros con humedad en los primeros 60 o 70 cm.



Fotografía N° 04: Vista de muros empapados de agua hasta esa altura y con presencia de sales producto del ascenso capilar de la humedad.

Fuente: (Pérez Lucrecia, 2010)

Factores que intervienen en el fenómeno de humedad por capilaridad:

El fenómeno, según la literatura consultada, se conoce internacionalmente como humedad por capilaridad o humedad capilar, aunque existen investigadores que la denominan como absorción de agua por capilaridad. En esta investigación se adoptará el término internacional. (Pérez Lucrecia, 2010)

Diferentes autores (De Bedenetti, Gabriel: García Morales, Soleda) plantean que este fenómeno se produce en los materiales que componen los cimientos, paredes y pisos, cuando están en contacto con el agua contenida en el suelo en algún punto. Esta condición es decisiva en la manifestación del fenómeno debido a que las fuerzas de ascensión del agua pueden ser influyentes, dependiendo de las características hidrogeológicas del terreno.

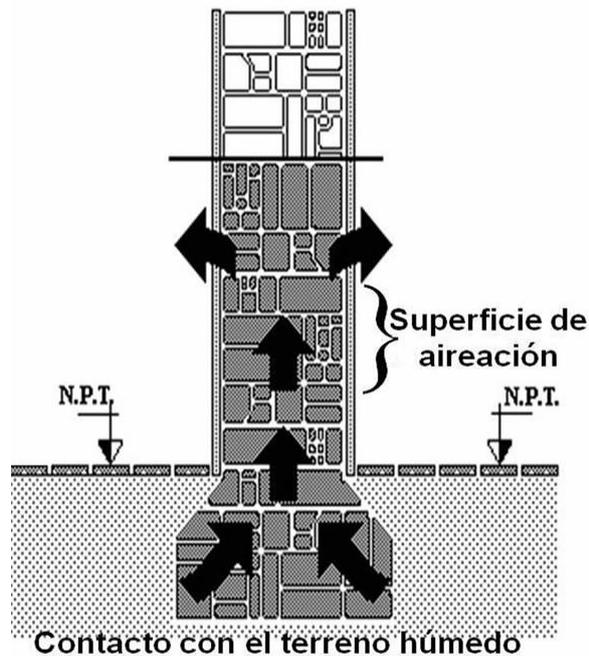


Figura N° 05: Esquema del movimiento del fenómeno de humedad por capilaridad en un elemento construido
 Fuente: (Pérez Lucrecia, 2010)

En una edificación, la capacidad de ascender de un líquido, depende de sus propiedades intrínsecas, de las características del material que conforman las paredes de los capilares, su diámetro y la temperatura, la cual se relaciona con la viscosidad del fluido, según lo planteado en la ley de Jurín (Álvarez Rodríguez, Odalys).

Es evidente que estos factores constituyen la esencia del comportamiento del fenómeno en tubos lisos, pero en el caso de las edificaciones, este fenómeno se encuentra sometido a la acción del entorno. Ahora bien, el comportamiento físico del mismo deja claro que en él intervienen otros factores que lo modifican y que deben ser considerados en este estudio, por el papel que desempeñan en el proceso de deterioro que se genera en las edificaciones.

Concerniente a estos factores Álvarez , García y Prone , plantean que la profundidad a la que se encuentra el nivel freático y el tipo de suelo son determinantes; este último, establece el contenido de humedad y la altura del estrato capilar.

Además, no se pueden dejar de mencionar la influencia de la incidencia de la radiación solar y los vientos, la humedad relativa y la temperatura, factores que influyen significativamente en la evaporación de la pared o muro.

González, De La Peña González demuestran que la altura capilar y el grado de humedad que alcanza una pared o muro en una edificación afectada por este fenómeno, no solo depende de los factores propios de la edificación (tipo de material, técnicas y época de construcción) y de las características físicas del agua, sino también de los factores ambientales que envuelven la edificación. Estos autores incluyen en el análisis, la acción de las precipitaciones en la cuenca hidrográfica influyente. Esto implica una estrecha relación con las características climáticas e hidrogeológicas de la cuenca hidrográfica tributaria, consideradas variables o factores desencadenantes del fenómeno. Por ejemplo en el caso de Cuba por las características climáticas de isla tropical, el análisis de las variables ambientales es determinante en los estudios del fenómeno de humedad por capilaridad.

A partir de lo antes referido, esta investigación considera de manera general el análisis de los factores que intervienen en el fenómeno de humedad por capilaridad, propuestos por investigadores como Álvarez, García, Prone y González y realiza las formulaciones metódicas específicas, definiendo las variables válidas para acometer el estudio del fenómeno de humedad por capilaridad.

De este modo los factores que intervienen en el fenómeno de humedad por capilaridad son los siguientes:

- a) Variables propias de la edificación, las cuales incluyen los factores intrínsecos que dependen de la tipología constructiva y arquitectónica;
- b) Variables ambientales o factores extrínsecos que dependen del entorno al que se está expuesto, tales como los hidrogeológicos y climáticos.

a) Variables propias de la edificación

Se relacionan con el diseño y los elementos que componen la edificación, estas son: tipo de material, técnicas de construcción y época de construcción.

De acuerdo a la tipología estructural las viviendas se clasifican en:

Categoría A: edificios de hormigón bien cimentados con más de una altura.

Categoría B: viviendas de adobe o ladrillo con moderada resistencia y una altura.

Categoría C: estructuras de madera, plásticos, chapas u otros materiales de baja resistencia.

El tipo de material de construcción es determinante en el comportamiento de la humedad por capilaridad, porque establece el valor de la porosidad y el diámetro capilar, factores que permiten determinar la altura capilar y la extensión del área de afectación en la que se producirá el proceso de deterioro.

En este caso el comportamiento de la altura capilar en los distintos materiales de construcción está dado por la composición de las distintas materias primas y las diferentes técnicas de manufactura, las cuales poseen capilaridad y niveles de absorción diferentes, en correspondencia con el coeficiente de porosidad de los mismos.

Técnicas de construcción: esta variable determina la combinación de los materiales que componen el módulo del elemento constructivo (muro o columna), es decir, la combinación del material principal con el mortero en el revestimiento; este módulo establece el comportamiento del valor de los diámetros capilares y la porosidad de estos materiales en su relación con la altura capilar.

En el estudio del fenómeno de humedad por capilaridad, la combinación de tipos de materiales es una variable determinante, pues cada técnica

posee características que establecen el comportamiento de la relación entre el agua absorbida/agua evaporada en un determinado entorno.

En una edificación se debe garantizar la eficiencia de las distintas técnicas constructivas que se apliquen, en relación con la capacidad de evaporación de los materiales que componen un módulo de construcción, teniendo en cuenta que la dosificación y espesores de los morteros de junta o de revestimiento, garanticen un alto porcentaje de la evaporación del muro, lo que disminuiría la altura capilar y los efectos de la lesión.

Las razones anteriores llevaron a los autores a considerar de manera integrada dichas variables, denominándolas como: tipo modular de material de construcción.

b) Variables ambientales

Las variables hidroclimáticas y del suelo, son las encargadas de mantener el movimiento o transferencia de las masas de agua de un sitio a otro y de un estado a otro. Dentro de las variables hidroclimáticas intervienen (precipitaciones, temperatura, humedad relativa, incidencia de los vientos y radiación solar) y del suelo (relieve, tipo de suelo, humedad del suelo y nivel freático).

Precipitaciones: en el análisis de esta variable se debe considerar su comportamiento en toda la cuenca, ya que si el tipo de suelo y el relieve son favorables, grandes caudales de agua pueden alcanzar puntos lejanos en poco tiempo, produciendo modificaciones en los estratos con aguas dispersas, que originan bolsas con presiones fuertes, que se pueden confundir con los efectos del nivel freático. La diferencia radica en que este es temporal y coincide con los períodos de lluvias.

Otro efecto de esta variable está dado por su relación directa con el aporte que realiza a la elevación del nivel freático, por tal razón, es importante establecer un monitoreo.

Temperatura: esta variable contribuye al aumento del deterioro en la edificación cuando se producen oscilaciones térmicas significativas. La temperatura contribuye en la evaporación del elemento afectado, de ahí la necesidad de establecer su control.

Humedad relativa: cuando esta humedad sobrepasa el 70 %, se considera un peligro de deterioro, porque mantiene altos niveles de humedad, que favorecen a la formación de microorganismos y no permite la evaporación del elemento afectado.

Las fuertes fluctuaciones alrededor de (30-94 %) de humedad en un día, provocan el proceso de humectación y secado. Este proceso genera fuerzas adicionales que promueven el desprendimiento y disgregación del repello en las paredes. Por tanto, esta variable, también necesita ser controlada.

Incidencia de los vientos y la radiación solar: estas variables influyen directamente, junto con la temperatura, la humedad relativa y la porosidad del material, en el comportamiento de la evaporación del elemento afectado.

La incidencia de estas variables depende del relieve de la zona o topografía del mismo, pues en un terreno ondulado, existirán áreas más soleadas y ventiladas que otras, por lo que su estudio se hará a través de la orientación de la fachada.

Nivel freático: esta variable es la causa fundamental del origen de la humedad por capilaridad, porque es una fuente constante de agua y humedad en contacto con los cimientos de la edificación.

El nivel freático en una edificación es una variable peligrosa, ya que implica la presencia constante de agua con presión actuando sobre las partes enterradas del edificio.

Se describen tres tipos de solicitaciones en las que puede presentarse la proximidad del nivel freático en los cimientos enterrados de una edificación:

- **Freática pura**, es el resultado de hincar el cerramiento o cimentación hasta el mismo nivel freático.

- **Capilaridad pura**, la cimentación o el muro se hincan en el estrato capilar, que solo tiene agua retenida por capilaridad, sin presión.

Debido al terreno solamente húmedo, se trata de un caso frecuente, pues todo terreno posee un cierto grado de humedad, producto al agua que evapora, desde un estrato mojado hacia la atmósfera, al agua de lluvia percolada y al agua remanente en el terreno, originada en fugas, riegos, etc. Este caso es el menos peligroso para la edificación.

Tipo de suelo y roca: es una variable importante en el fenómeno, pues en dependencia del tipo de suelo, será el contenido de la humedad en el mismo y el espesor del estrato capilar. Existen terrenos poco capilares, cuya zona mojada tiene poco espesor (terrenos de grano grueso y huecos superiores a 0,5 mm), mientras que los de poros finos (suelos finos), contienen agua a lo largo de varios metros de altura. Esta característica de los suelos, hace que las edificaciones sean más vulnerables al fenómeno de humedad capilar cuando están ubicadas en suelos finos. Por esta razón es muy importante identificar y clasificar los perfiles del suelo en este tipo de investigación.

Humedad del suelo: es una variable que depende de las características del tipo de suelo y la profundidad del nivel freático. Los valores de la humedad del suelo, suelen oscilar de acuerdo con la textura del suelo en torno al 5 % para gravas y arenas, y hasta el 50 % para terrenos de grano fino y cohesivos (arcillas).

Resulta menester precisar que la selección de estas variables estuvo condicionada por el papel que desempeñan en la manifestación del fenómeno de humedad por capilaridad y que el análisis de las mismas permite establecer la relación que existe entre la edificación y el entorno, relacionadas en un contexto geográfico. Este análisis resulta eficaz para entender el comportamiento espacial del fenómeno y aporta criterios para la determinación de los deterioros asociados a él.

Tendencia histórica de los estudios de humedad por capilaridad

A finales del siglo XX comienzan a manejarse los términos del enfoque sistémico en los estudios de diagnóstico, donde se incluye la influencia de los factores ambientales, en las causas de aparición de las lesiones en las edificaciones. A principios de este siglo, esta tendencia toma auge y se comienzan a considerar los procesos o fenómenos como sistemas en constante interacción con el medioambiente, estableciendo el enfoque sistémico (García, Prone, Pérez, Rivada y De la Peña). Este enfoque considera al objeto como parte de un todo; su estudio centra el interés en su función y admite explicar y obtener el entendimiento de los fenómenos. En este caso en particular, permite la interpretación del fenómeno de humedad por capilaridad en su integración con el entorno.

En el ámbito internacional se destacan autores que proponen procedimientos y metodologías, que utilizan el enfoque sistémico en el diagnóstico de las lesiones. Es el caso del autor García, en España, quien enfatiza en el estudio del fenómeno de humedad por capilaridad y plantea la necesidad de conocer y describir las sollicitaciones hídricas a las que el conjunto de edificios y sus elementos están sometidos, proponiendo la realización de estudios geotécnicos.

En Argentina, Prone hace una propuesta metodológica que incluye enfoques interdisciplinarios en el estudio de las patologías de las edificaciones en su real complejidad, centrando el estudio en la humedad por capilaridad. Este autor plantea la necesidad de realizar el análisis integrado de las variables del entorno y la edificación, pero no deja claro un mecanismo para realizar este análisis integral.

En Cuba también existe la tendencia de aplicar el enfoque sistémico en el estudio de las patologías, lo que se refleja en investigaciones desarrolladas en el centro histórico de Camagüey (Rivada); en La Habana (Pérez, Álvarez, Tejera, Rivada y Gonzalez) y en Santiago de Cuba (Beira y Pérez). En estas investigaciones se trabaja en propuestas metodológicas para el diagnóstico de las lesiones, las cuales resaltan la importancia del estudio de la incidencia de las variables del entorno en el

proceso patológico, pero también carecen de elementos que permitan hacer un análisis integral.

A partir de lo antes referido, se puede plantear como positivo, la tendencia en la búsqueda del entendimiento del fenómeno a través del enfoque sistémico y la abogacía por la integración de las variables; pero es evidente que existe un vacío en la aplicación de mecanismos que den respuesta al enfoque sistémico, que permitan lograr realmente la integración de todas las variables, asunto este muy necesario en el estudio del fenómeno de humedad por capilaridad.

Peligro y vulnerabilidad en el deterioro por efectos del fenómeno de capilaridad

Las variables que intervienen en el fenómeno de humedad por capilaridad permiten contribuir al entendimiento del fenómeno. Al analizar la acción conjunta de estas variables, se detectan puntos o niveles de actuación de las mismas, que muestran cuán vulnerables pueden ser las edificaciones y si están sometidas al peligro de producirse el fenómeno. El conocimiento de estos elementos permitiría determinar los factores que inciden y provocan el deterioro. (García).

Es necesario identificar entonces, las zonas de peligro en función de las variables ambientales en un área geográfica definida por la incidencia de las mismas y las vulnerabilidades que presentan las edificaciones, para conocer la relación que existe entre la acción natural y la respuesta tecnológica, con el fin de obtener el conocimiento que permita realizar una adecuada intervención en función del contexto en que se produce el deterioro.

¿Se puede considerar el fenómeno de humedad por capilaridad en la edificación como una amenaza?

Existen autores (Beira y De La Peña) que consideran la amenaza como la probabilidad de que un fenómeno natural se produzca en un tiempo y zona determinada.

En el caso de una edificación, este fenómeno se considera como una amenaza constante producida por factores ambientales que al relacionarse generan peligro. Pero no se puede hablar de peligro sin mencionar la vulnerabilidad, que es la condición propicia de la población (en este caso la edificación) de sufrir pérdidas o resultar afectadas por la materialización de una amenaza; de manera que las condiciones de peligro y vulnerabilidad, pueden modificar una situación de deterioro, o lugares de deterioro (escenario de deterioro).

Analizando estos conceptos, se puede concluir que las metodologías antes expuestas carecen de mecanismos que permitan aplicar el enfoque sistémico. Es decir, que den la posibilidad de hacer el análisis del comportamiento integral de las variables que intervienen en la relación capilaridad-deterioro en edificaciones, analizando su comportamiento espacial en la dinámica del medio que ocasiona el peligro y la vulnerabilidad, a partir de lo cual se puedan identificar los factores desencadenantes o variables significativas que modifiquen el deterioro y de esta manera accionar sobre las mismas, garantizando un manejo adecuado en las técnicas de conservación.

DAÑOS CAUSADOS POR LA HUMEDAD

Daños higiénicos

Cuando el ambiente está húmedo es el momento perfecto para que se formen los hongos los cuáles algunos son muy peligrosos. el agua se evapora y transfiere a la atmósfera del local creándose de este modo una humedad relativa demasiado alta, pelagra entonces la situación higiénico ambiental que es totalmente negativo para las personas que trabajen o vivan en ese tipo de ambientes y se pueden generar problemas respiratorios. No se puede olvidar que el muro cuando está húmedo crea problemas de aislamiento térmico. El muro húmedo si lo comparamos con el seco, pierde entre el 30 y el 50% del poder aislante. (De La Peña Ana, 2014)



Figura N° 06: Hongos en la pared producidos por la presencia de humedad en las paredes

Fuente: De La Peña Ana, 2014

Daños estructurales

Los muros se degradan por la humedad con el paso de los años, esto si lo consideramos de forma extrema puede comprometer la estructura del edificio. Se comienza el proceso de degradación con el agrietamiento de la pintura, después es el turno del abombamiento de los guarecidos para llegar a la desintegración del ladrillo o también la piedra. De forma constante va aumentando y disminuyendo el volumen, es decir, llena y vacía los capilares provocando el agrietamiento y embolsamiento de la pintura y los guarecidos y por eso se produce el deterioro de las partes que forman el muro. (De La Peña Ana, 2014)



Figura N° 07: Humedad presente en columna que pone en peligro la estabilidad de la estructura

Fuente: De La Peña Ana, 2014

Daños estéticos

En un ambiente que está siendo atacado de mohos y también hongos se considera un ambiente enfermo. Cuando el muro está manchado de sales quiere decir que está deteriorado desde un punto de vista estético. en el caso en el que el muro haya sido manchado de sales, querrá decir que está completamente deteriorado, tan sólo se podrá solucionar el problema, eliminando la alimentación de la humedad. No sirve para nada tapar esas manchas con pintura, porque en poco tiempo las volverás a ver. (De La Peña Ana, 2014)



Figura N° 08: Pintura deteriorada por la humedad

Fuente: De La Peña Ana, 2014

Existen dos formas de enfrentar este problema. Una previniendo, es decir, que en el momento en que se realiza la construcción se tomen las medidas necesarias para evitar que se presente humedad por ascensión capilar. La otra se presenta cuando no se llevó a cabo el proceso de prevención o éste fue insuficiente y, por consiguiente, surge el problema de humedad. En esta situación, lo que se necesita es una solución correctiva con la que se logra enmendar de la mejor manera posible los daños producidos y evitar que el problema siga propagándose.

Cabe destacar que la realización de este estudio es de gran importancia, teniendo en cuenta que los problemas provocados por la humedad pueden destruir las terminaciones de los elementos afectados, lo que

genera un problema monetario ya que el dinero invertido en este ítem es bastante elevado en un proyecto de construcción.

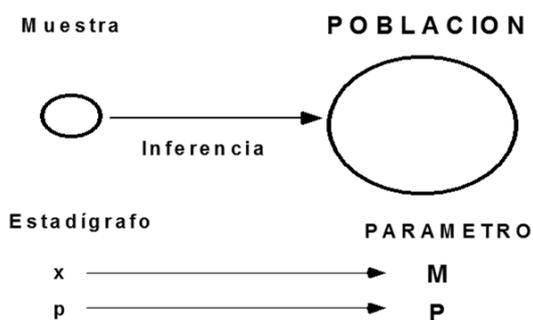
Por otra parte es importante tratar este tema ya que, por lo general, los problemas de humedad no son plenamente considerados al momento de construir una vivienda lo que claramente perjudica al usuario ya que estos inconvenientes aparecen con el paso del tiempo y no en forma inmediata, por lo que una construcción que en un principio puede visualizarse sin problemas, al cabo de un periodo de tiempo puede presentar graves daños los que perjudican la habitabilidad y el confort del inmueble.

Capítulo 3: METODOLOGIA

3.1 Material

3.1.1 Población

El Distrito de Víctor Larco Herrera cuenta con 18,250 viviendas y una población de 65,000 habitantes.



- **Estadígrafo:** El valor que sintetiza los valores de una o varias características de una **MUESTRA**.
- **Parámetro :** El valor que sintetiza los valores de una o varias características de una **POBLACION**

3.1.2 Muestra

El Sector Vista Alegre cuenta con 1800 edificaciones aprox. y una población de 10,000 habitantes.

3.1.3 Unidad de análisis

Las unidades de análisis parten de descartar el verbo de los respectivos objetivos específicos de la investigación, la cual permitirá generar interrogantes, en las cuales, serán establecidas como guión de entrevista, para obtener la información requerida por los informantes clave seleccionados.

3.2 Métodos

3.2.1 Tipo de investigación

De acuerdo al fin que persigue : Aplicada

De acuerdo a los medio para toma de datos : Campo

De acuerdo a la técnica de contrastación : Descriptiva

3.2.2 Diseño de la investigación

En la presente investigación trata sobre la relación capilaridad-deterioro en edificaciones del Sector Vista Alegre en el distrito de Víctor Larco Herrera, para lo cual partiremos del análisis de las metodologías existentes, bajo un enfoque sistémico, por lo que realizaremos la propuesta de una metodología que vinculará los métodos tradicionales de estudios de humedad por capilaridad con los de modelación espacial de escenarios de peligro y vulnerabilidad, para determinar el modelamiento de escenarios de deterioro generado por este tipo de humedad, mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

Se aplicarán métodos teóricos y empíricos, dentro de los cuales se destacará la introducción de un método de modelación espacial del proceso. Como resultado, se propondrá una metodología que permite obtener: la modelación espacial y la correlación de las variables significativas que intervienen en la relación capilaridad-deterioro, así como los modelos espaciales de los escenarios de peligro, vulnerabilidad y deterioro en edificaciones del sector Vista Alegre, del Distrito de Víctor Larco Herrera en la Provincia de Trujillo.

Una vez identificados los grados de deterioro, se puede gestionar a través del modelo la decisión a tomar, y proponer las técnicas de tratamiento a emplear considerando el escenario de actuación de la relación Capilaridad- Deterioro.

3.2.3 Variables de estudio

3.2.3.1 Variable Dependiente: Edificaciones del sector Vista Alegre. Distrito Víctor Larco Herrera. Trujillo

3.2.3.2 Variable Independiente: Modelamiento de la Relación Capilaridad-Deterioro.

3.2.4 Operacionalización de Variables

Tabla N° 01: Operacionalización de Variables

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
<p>Modelo de la relación Capilaridad-Deterioro: Son herramientas para los propietarios de viviendas y para las autoridades del gobierno central, regional y local de los escenarios de peligro, vulnerabilidad y deterioro por efectos de la humedad por capilaridad, para cualquier situación y condición ambiental. Estos modelos son también una herramienta importante para los especialistas, en función del análisis de las técnicas de intervención a aplicar en las edificaciones afectadas por la relación capilaridad-deterioro.</p>	Inventario Urbano	<p>Numero de edificaciones Sección Típica Sistema de drenaje Humedad</p>	<p>¿Cuántas edificaciones existen? ¿Cuál es la sección típica? ¿Qué sistema de drenaje existe? ¿Cuál es el estado de la humedad?</p>	<p>Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Uso de sistema de posicionamiento global Cámara fotográfica</p>
	Evaluación de la humedad y deterioro	<p>Edificación Suelo Cimiento y Muros</p>	<p>¿Qué humedad tiene las edificaciones? ¿Cuáles son las condiciones del suelo de fundación? ¿Cuáles son las condiciones de la estructura, cimientos y muro?</p>	<p>Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Normas de diseño</p>
	Niveles de intervención	<p>Mantenimiento diario Mantenimiento mensual Rehabilitación y mejoramiento</p>	<p>¿Cuáles son las tareas de mantenimiento diario? ¿Cuáles son las tareas de mantenimiento mensual? ¿Cuál son las tareas de rehabilitación y mejoramiento?</p>	<p>Observación directa Fichas nemotécnica Lista de chequeo</p>
	Modalidad de Ejecución	<p>Administración Directa Contrato Convenio Interinstitucional</p>	<p>¿Cuál es la modalidad de Administración Directa? ¿Cuál es la modalidad de contrato? ¿Cuál es la modalidad de convenios Interinstitucionales?</p>	<p>Observación Directa Cuaderno de notas</p>

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnicas e Instrumentos
Costos de Mantenimiento de edificaciones con humedad: Son aquellos costos que se generan por las actividades, para mantener las condiciones óptimas de la vivienda o edificaciones con humedad, producto del ascenso capilar del agua subterránea y superficial (precipitación y de mar).	Mantenimiento diario	Equipos y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimiento
	Mantenimiento mensual	Equipo y maquinaria Mano de obra Materiales	¿Qué equipo y maquinaria se necesita? ¿Cuál es la mano de obra necesaria? ¿Qué materiales se necesitan?	Observación directa Fichas nemotécnicas Cuaderno de notas Manual de rubros y rendimiento
Costos de Operación de edificaciones y personas que habitan dicha edificaciones: Son los costos que los habitantes realizan para mantener su salud óptima, frente a la humedad y frente a la contaminación y peligros ante riesgos de caída de edificaciones.	Costos variables	Alimentación Vestimenta Medicina	¿Cuánto consume en alimentación? ¿Cuál es el tiempo de duración de vestimenta? ¿Cuánto se gasta en medicina?	Registro de vivienda y consumo Hojas de vida y salud
	Costos fijos	Seguros Impuestos	¿Cuánto se gasta en seguros? ¿Cuánto se gasta en salario?	Cuaderno de notas Registro de facturas

3.2.5 Instrumentos de recolección de datos

Guía De Observación

Es un documento que permite encausar la acción de observar ciertos fenómenos. Esta guía, por lo general, se estructura a través de columnas que favorecen la organización de los datos recogidos.

El valor que tiene esa mencionada guía de observación hace que se haga uso de ella en múltiples sectores y por parte de un elevado número de personas. En concreto este tipo de guía se usara para anotar los datos tomados de campo para luego con ellos evaluar el estado del sector de estudio.

Cuestionarios

Es un instrumento de investigación que consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados. Aunque a menudo están diseñados para poder realizar un análisis estadístico de las respuestas, no es siempre así. En este caso se entrevistara a algunos habitantes de la zona para poder obtener datos pertinentes para la investigación.

Fichas

Se utilizan para registrar y resumir los datos extraídos de fuentes bibliográficas (como libros, revistas y periódicos) o no bibliográficas. En nuestra investigación será necesaria mucha información con respecto a antecedentes de la zona de estudio, por lo cual será necesario el tener acceso a libros, revistas, etc.

3.2.6 Procedimiento y análisis de datos

A.- Etapa de indagación

Características particulares de la zona

El sector Vista Alegre está ubicado en las coordenadas 79° 02' 53.61" longitud al oeste del Meridiano de Greenwich y 8° 8' 20.26" de latitud sur, se encuentra a 1 km. del mar y pertenece al Distrito de Víctor Larco el cual

está situado en la parte suroeste de la provincia de Trujillo a la margen derecha del río Moche el cual es la referencia del límite hacia el sur con Moche. Hacia el oeste limita con el océano Pacífico. Limita hacia el norte con los distritos de Huanchaco y distrito de Trujillo y hacia el este limita también con el distrito de Trujillo.



Figura N° 09: Plano topográfico de Trujillo.
Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo

Este plano representa el relieve de la superficie terrestre de la zona a una escala definida, en base a eso se aprecia que la altura media del sector es de 3 msnm.



Figura N° 10: Plano del sector Vista Alegre delimitado en manzanas
 Fuente: Municipalidad Provincial de Trujillo

El sector Vista Alegre contiene 88 manzanas y está delimitado por la Av. Víctor Larco Herrera, Av. Huaman, Calle Los Sauces, Calle La Perricholi, Av. Manuel Seoane y la Av. Auxiliar Panamericana Norte.

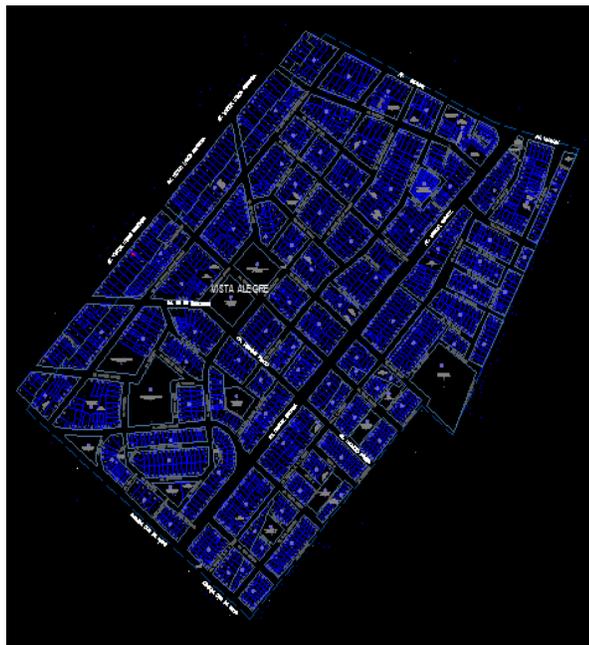


Figura N° 11: Plano del sector Vista Alegre delimitado en lotes
 Fuente: Propia

Las 88 manzanas contienen 1860 lotes los cuales en su mayoría son viviendas, también hay áreas verdes, escuelas, mercados y otras zonas de uso público.



Figura N° 12: Vivienda del Av. Victor Larco Herrera
Fuente: Propia



Figura N° 13: Parque central de Vista Alegre
Fuente: Propia



Figura N° 14: Mercado De productos del campo
Fuente: Propia



Figura N° 15: Campo de Futbol Vista Alegre
Fuente: Propia

Antecedentes Históricos

Con respecto a los datos De agosto de 1997 a julio de 1998 se registró un valor record histórico de 81 mm y en el mismo periodo 1982-1983 alcanzó 6.5 mm. En nuestra recopilación de datos encontramos que el suelo posee gran cantidad de agua debido al ascenso de la napa freática.

La napa freática es el acuífero más cercano a la superficie del suelo en las zonas bajas, cercanas al mar, sin adecuado drenaje y con masas de agua cercanas a la superficie del suelo, las sales tienden a subir por evaporación,

y una vez instaladas las sales, ese suelo se vuelve inservible. Actualmente existe problemas por la elevación de la napa freática la cual causa q los suelos se hagan inservibles y por causa de la humedad las edificaciones hechas en estos suelos colapsen sobre todo en zonas cercanas al mar.

Este exceso de agua en los suelos es el resultado de la falta de explotación por los pozos, el abuso de riego, las filtraciones y los años húmedos. Además, por el crecimiento de la población y los procesos migratorios hacia las ciudades de la costa. Existen humedales que han sido desecados o enterrados para ser urbanizados.

Desde el año 1996 se da la presencia de las aguas del proyecto Chavimochic, que abastece de agua industrial y doméstica a cuatro valles de La Libertad: Chao, Virú, Moche y Chicama.

En ese año, Sedalib explotaba 37 millones de m³ de agua anual, actualmente se explota aproximadamente 10 millones de m³. No había problema sobre el nivel freático, pero Sedalib empezó a comprar agua a Chavimochic por el bajo costo y dejó de explotar el agua subterránea.

El gobierno buscó una solución mediante obras de drenaje. «Chavimochic tiene 51 km. de longitud de drenes que evacuan al mar, pero se busca incentivar el uso de agua subterránea» comenta el ingeniero José Sánchez Tantaleán del proyecto Chavimochic. Esa será una solución futura debido al problema global del calentamiento que está derritiendo los nevados que proveen de agua al río Santa con cifras alarmantes entre 35 y 25 millones de m³, anteriormente proveía de 100 millones m³, el que alimenta al Proyecto Chavimochic.

La desactivación de pozos más el trasvase de aguas da como resultado que la napa freática se eleve. Este problema ha ido creciendo en los últimos años.

Datos meteorológicos de la zona

Teniendo en cuenta que el clima es un factor importante en el problema de capilaridad obtuvimos datos correspondiente a precipitaciones y humedad de la zona de estudio, para eso utilizamos información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), este es un organismo técnico especializado del Estado Peruano que está adscrito al Ministerio del ambiente que brinda información sobre el pronóstico del tiempo, así como asesoría y estudios científicos en las áreas de hidrología, meteorología, agro meteorología y asuntos ambientales.

Se inició como un Organismo Público Descentralizado del Sector Defensa creado por D.L.N° 17532 del 25 de Marzo de 1969, regulada por la Ley N° 24031 del 14 de Diciembre de 1984, su modificatoria aprobada por Ley N° 27188 del 25 de Octubre de 1999, el Reglamento de su Ley establecida con D.S.N° 005-85-AE del 26 de Julio de 1985.

Su principal función es Organizar, controlar, operar y mantener la Red Nacional de Estaciones Meteorológicas, Hidrológicas y Agrometeorológicas, de conformidad con las normas técnicas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y las necesidades de desarrollo nacional, a excepción de las redes de estaciones establecidas con fines específicos. Además, participa en la vigilancia atmosférica mundial y presta servicios especializados para contribuir al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar nacional.

Trujillo pertenece a la Dirección Zonal 3 del SENAMHI, la cual abarca Cajamarca (parte Sur) y la Libertad.

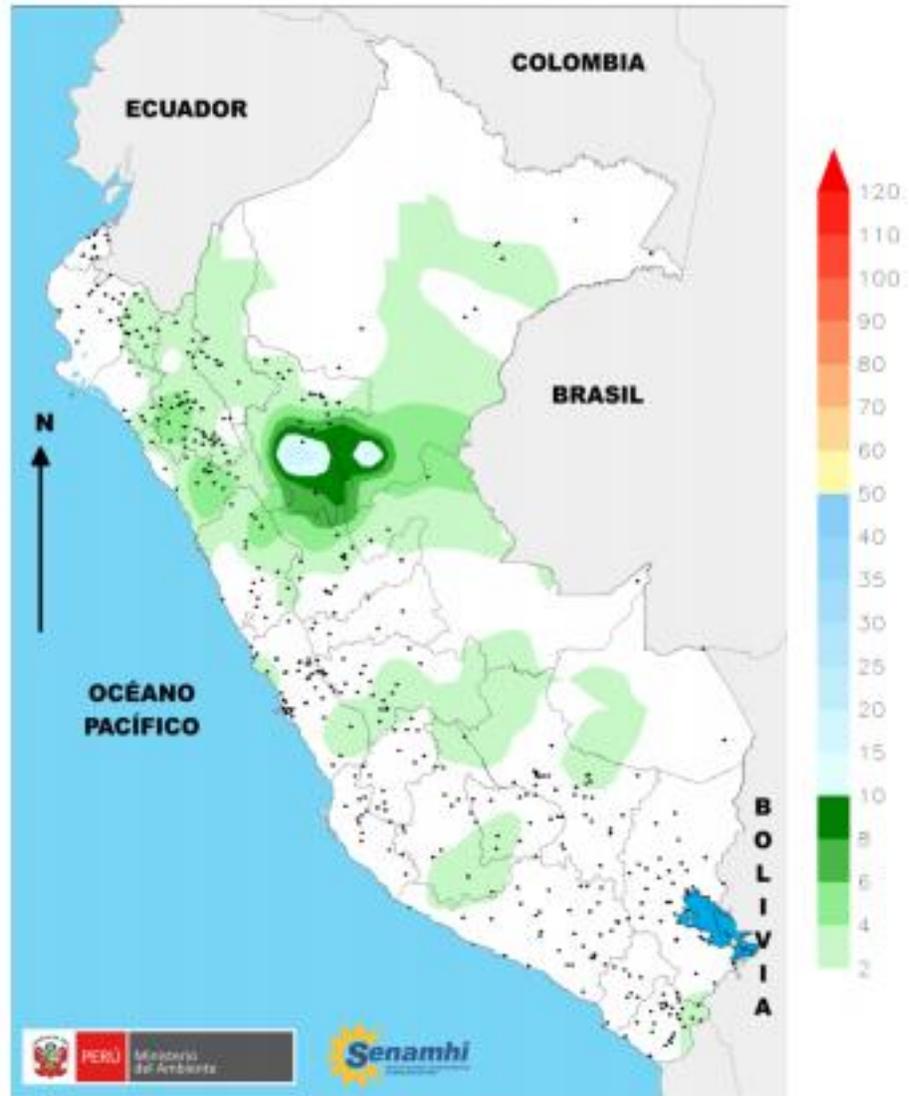


Figura N° 16: Mapa de monitoreo de llluvias.

Fuente: SENAMHI

Como se aprecia las precipitaciones más altas se dieron en la zona de la sierra norte, en los departamentos de Cajamarca y La libertad.

Tabla N° 02: Precipitación Total Anual, Según Departamento, 2001-2015

Departamento	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Amazonas	711.0	1 016.1	776.2	747.6	694.9	940.8	954.6	690.7	930.2	664.9	882.3	1 008.1	900.1	1 057.8	1 070.0
Áncash	1 075.4	875.9	702.5	803.5	739.5	890.9	945.7	705.6	1 308.6	797.3	823.5	953.8	849.6	980.4	...
Apurímac	953.2	1 027.0	922.8	800.4	769.5	866.1	842.6	664.5	784.0	787.1	849.8	598.1	1 117.2	311.5	1 068.0
Arequipa	181.9	98.4	17.3	56.7	33.2	85.8	18.3	133.2	55.8	16.5	137.4	305.2	256.4	35.5	...
Ayacucho	857.0	706.4	547.7	575.1	405.9	464.1	418.0	312.5	465.5	558.4	613.5	556.5	644.1	480.5	638.7
Cajamarca	908.6	629.8	528.8	625.9	586.3	689.6	747.7	720.9	794.8	644.5	1 247.2	823.3	724.1	610.9	772.2
Cusco	864.1	822.1	681.6	614.0	607.4	851.4	621.4	600.3	507.4	881.1	732.5	689.4	808.7	563.3	687.0
Huancavelica	1 037.7	1 505.6	1 494.1	882.7	744.0	841.0	711.1	691.8	1 301.1	969.6	1 114.8	1 163.2	1 110.6	981.5	1 008.3
Huánuco	417.9	442.8	380.9	373.0	385.0	503.1	292.4	449.8	480.5	398.6	701.0	598.4	487.6	516.7	425.1
Ica	5.4	4.2	3.3	3.3	13.6	6.9	1.0	37.7	10.3	3.2	7.0	19.2	5.0	9.0	5.5
Junín	828.3	813.5	800.9	618.0	522.3	619.9	555.6	493.9	735.0	606.5	912.1	691.9	657.2	793.3	822.9
La Libertad	32.2	17.7	18.5	1.0	2.6	26.8	14.0	9.6	21.3	41.8	11.6	25.0	30.5	11.3	21.0
Lambayeque	76.8	45.4	23.3	16.3	2.3	32.0	2.5	39.8	23.0	44.7	19.7	63.2	31.1	10.6	35.0
Lima	7.6	10.3	4.5	3.0	3.4	2.9	7.7	9.4	15.3	6.9	10.2	7.2	8.6	11.3	...
Loreto	2 840.3	2 826.1	2 496.2	2 518.8	2 220.7	2 975.5	2 515.5	2 520.9	3 312.0	2 049.5	1 874.5	2 279.8	3 149.9	2 751.4	3 282.2
Madre de Dios	2 147.6	2 545.3	2 806.0	1 870.9	1 919.2	2 396.8	2 105.5	1 871.4	2 414.3	...	2 217.9	1 758.5	2 398.1	2 747.7	2 349.9
Moquegua	14.4	18.1	0.6	11.1	24.1	5.7	7.0	17.2	2.7	4.5	24.9	48.3	12.6	4.0	36.2
Pasco	1 032.7	961.3	1 044.9	968.4	774.7	1 015.5	836.9	715.1	1 043.7	834.3	993.4	1 075.7	1 135.5	1 042.4	897.9
Piura	209.1	275.5	40.1	19.4	23.7	59.4	14.3	193.5	82.8	102.9	21.9	111.3	62.0	21.0	...
Puno	1 018.9	892.0	714.1	654.4	674.5	769.0	799.8	661.7	748.1	581.9	760.5	879.4	704.4	615.8	703.1
San Martín	1 617.2	1 186.7	1 434.2	1 149.7	1 351.0	1 319.6	1 413.8	1 399.5	1 284.2	1 185.8	1 298.6	1 375.7	1 427.8	1 673.1	1 673.8
Tacna	27.2	27.8	16.4	9.6	8.8	13.1	23.4	16.6	16.0	7.7	37.7	26.4	6.3	24.6	38.8
Tumbes	389.3	650.8	93.6	141.7	132.3	315.2	145.9	533.8	275.7	393.6	110.5	293.1	222.0	85.3	459.7
Ucayali	1 775.1	2 090.7	2 171.8	2 244.6	1 614.4	1 951.2	1 818.6	1 851.0	2 062.9	1 481.3	2 019.6	2 407.7	1 929.8	2 031.6	1 944.3

Tabla N° 03: Humedad Relativa Promedio Anual, Según Departamento, 2002-2015

Departamento	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Amazonas	83.0	80.0	82.0	85.0	82.6	85.0	88.0	82.7	76.8	77.5	81.1	87.4	82.9	80.5
Áncash	64.0	64.0	67.6	63.0	73.5	77.0	75.0	78.0	81.1	85.4	79.9	76.8	78.5	76.2
Apurímac	91.0	90.0	87.3	94.0	93.9	95.0	93.0	90.5	90.5	93.2	86.6	83.5	78.6	81.7
Arequipa	41.0	41.0	51.0	53.0	56.1	58.0	52.0	56.7	46.6	50.0	54.3	50.6	48.5	48.3
Ayacucho	58.0	57.0	55.5	57.0	77.0	75.0	70.0	86.2	84.4	77.8	73.1	77.2	76.9	79.1
Cajamarca	72.0	70.0	69.4	65.0	64.3	66.0	63.0	68.9	64.5	65.5	64.9	64.0	62.8	62.9
Cusco	80.0	77.0	71.4	75.0	75.3	72.0	64.0	70.8	74.0	75.8	67.5	73.8	67.9	69.1
Huancavelica	80.0	77.0	75.5	80.0	79.0	78.0	75.0	76.8	75.9	81.0	83.6	84.3	85.7	84.6
Huánuco	64.0	63.0	64.8	62.0	64.1	63.0	67.0	65.1	63.7	66.7	64.5	65.7	64.7	64.0
Ica	80.0	83.0	80.7	82.0	79.1	80.0	76.0	86.0	83.5	74.9	70.4	67.8	73.6	73.1
Junín	66.0	64.0	63.4	61.0	63.4	62.0	60.0	66.9	64.5	65.3	63.3	62.0	59.1	58.8
La Libertad	82.0	82.0	81.9	80.0	89.0	89.0	86.0	88.7	90.8	91.2	87.4	92.0	90.7	85.3
Lambayeque	78.0	80.0	75.9	72.0	71.2	86.0	82.0	83.1	83.0	82.2	80.7	82.4	80.4	81.2
Lima	86.0	85.0	89.0	85.0	83.8	87.0	84.0	86.0	85.2	85.4	85.7	85.7	87.4	85.6
Loreto	89.0	92.0	90.3	89.0	86.0	86.0	83.0	84.0	84.1	83.0	85.4	85.0	83.6	91.6
Madre de Dios	84.0	82.0	83.5	70.0	87.9	85.0	81.0	86.4	...	83.3	82.9	84.8	90.0	92.9
Moquegua	56.0	66.0	55.3	56.0	57.6	57.0	55.0	56.7	62.1	62.6	60.9	62.2	63.4	65.5
Pasco	84.0	83.0	79.3	83.0	85.1	84.0	79.0	81.1	74.8	82.4	84.3	85.6	85.4	86.0
Piura	67.0	72.0	72.0	69.0	70.3	74.0	71.0	75.5	75.5	73.2	70.4	74.7	73.6	76.1
Puno	63.0	62.0	60.8	57.0	61.9	63.0	56.0	54.7	56.0	63.0	61.4	64.3	64.7	67.7
San Martín	84.0	84.0	83.0	83.0	82.8	84.0	74.0	82.9	80.7	81.5	82.0	82.2	83.4	83.4
Tacna	78.0	75.0	74.5	77.0	78.1	80.0	73.0	75.0	77.0	74.8	75.0	75.7	78.1	79.6
Tumbes	87.0	88.0	88.8	89.0	88.9	88.0	87.0	90.9	91.0	90.3	85.0	90.8	90.9	77.8
Ucayali	88.0	88.0	88.9	85.0	88.2	88.0	84.0	89.5	89.6	90.3	89.9	88.5	89.9	88.4

Tabla N° 04: Humedad Relativa Promedio, Mínima Y Máxima Anual Por Estación

Año	El Salto			Paíta			Lobos de Afuera			Salaverry			Chimbote		
	(Tumbes)			(Piura)			(Lambayeque)			(La Libertad)			(Áncash)		
	Prom.	Min.	Máx.	Prom.	Min.	Máx.	Prom.	Min.	Máx.	Prom.	Min.	Máx.	Prom.	Min.	Máx.
1988	80	75	84	67	62	73	89	88	92	85	80	90	87	80	93
1989	81	77	85	69	63	77	89	84	93	88	81	91	85	79	90
1990	80	76	84	69	62	76	90	87	94	87	80	92	84	77	88
1991	83	76	86	75	...	...	91	87	93	81	77	84	82	75	87
1992	84	79	87	77	69	83	91	86	94	81	76	86	81	69	87
1993	82	78	83	74	71	77	92	89	95	82	80	85	79	72	82
1994	83	80	87	74	66	82	93	90	95	81	78	84	82	77	85
1995	82	78	85	83	78	91	91	89	93	80	78	82	81	76	83
1996	83	78	89	78	74	85	92	89	94	82	78	85	84	81	89
1997	79	74	89	82	74	89	88	80	94	88	81	93	83	80	86
1998	84	81	86	85	72	93	89	82	93	94	89	97	88	84	92
1999	82	76	84	73	65	78	91	89	92	95	92	97	90	88	91
2000	79	74	83	76	72	82	91	87	95	94	92	95	89	87	92
2001	77	72	80	77	72	80	90	87	93	94	91	97	90	88	92
2002	78	74	81	75	67	81	90	83	92	94	91	96	86	78	92
2003	75	69	78	72	62	78	92	84	96	91	87	96	89	83	91
2004	76	71	79	69	61	80	91	85	94	87	83	91	88	81	91
2005	84	74	96	73	70	75	91	89	94	87	85	89	82	80	85
2006	92	85	96	70	62	80	91	89	92	86	83	89	85	77	92
2007	83	78	87	72	62	79	91	88	94	88	85	91	87	80	94
2008	83	80	87	75	68	80	91	88	97	85	73	91	84	75	88
2009	86	81	91	73	62	80	92	89	96	87	77	93	87	81	91
2010	83	74	91	73	64	88	91	89	92	86	84	89	85	78	92
2011	91	87	95	72	64	77	91	89	93	89	84	92	86	82	89
2012	...	...	...	74	68	77	91	88	94	92	87	95	83	80	87
2013	...	...	...	75	68	81	91	89	94	91	89	93	84	81	86
2014	...	...	...	76	69	82	91	86	93	89	83	92	83	79	89
2015	81	47	99	...	...	...	91	87	94	...	...	...	83	80	87

EL clima en esta zona es templado, desértico y oceánico. La media anual de temperatura máxima y mínima es 22.9°C y 15.7°C, respectivamente. Las mayores precipitaciones en el período comprendido entre los meses de diciembre y marzo.

ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA ZONA

La zona de estudio presenta, un clima árido con escasas precipitaciones anuales, y éstas muy ligadas al fenómeno El Niño.

El fenómeno El Niño es un calentamiento de la superficie de las aguas del Pacífico que afecta principalmente el Sureste Asiático, Australia y Sudamérica. Este se caracteriza por el ingreso de una masa superficial de aguas cálidas en el mar, desde el norte en el caso del Perú, que genera un aumento cambios climáticos anómalos, como el aumento de la temperatura del mar, afectado la pesca, además de intensas lluvias y también sequías.

Se manifiesta en ciclos de 3 a 8 años, este año de 2014 se volvió a dar después de haber ocurrido en 1998, en ambos casos causo grandes daños a la ciudad de Trujillo y sus alrededores.

Uno de las principales consecuencias de este fenómeno son las lluvias intensas, las cuales provocan en la ciudad el desborde de las distintas cuencas, el desborde de agua y lodo representa un daño considerable a las estructuras.



Figura N° 17: Calles de Trujillo cubiertas de agua proveniente de la quebrada San Idelfonso

Fuente: Propia

Las quebradas son las hendiduras naturales que se forman en las montañas. En tiempos de lluvia, el agua discurre por estos canales y se encausan por la costa hacia los ríos y el mar. Se identificó 5 quebradas sobre la provincia de Trujillo, las cuales son:

- **Quebrada de las Cabras:** Atraviesa el distrito de La Esperanza y Huanchaco
- **Quebrada El León:** Atraviesa la zona El Milagro, en el distrito de Huanchaco y pasa cerca del aeropuerto de Trujillo.
- **Quebrada de San Carlos:** Recorre el distrito de Laredo y desemboca en río Moche
- **Quebrada de Santo Domingo:** Se inicia en las montañas ubicadas al suroeste de Trujillo y desemboca en río Moche.
- **Quebrada San Idelfonso:** Se inicia en las montañas próximas al distrito de El Porvenir y su recorrido natural a traviesa el distrito de Florencia de Mora y el centro de Trujillo. Los huaicos de los últimos días llegaron hasta el distrito Víctor Largo Herrera,

Esta última es la que cuyo desborde causo daños a la zona de estudio ya que su caudal de desborde pasaba por la zona de Víctor Larco Herrera hasta desembocar al mar.

El recorrido que tuvo el desborde afecto a las siguientes calles:

- Calles colindantes al sur y al este con los Jardines de la Paz, en el distrito de Florencia de Mora
- Zona del Parque Trupal y Campus de la Universidad Nacional de Trujillo
- Zona aledaña al Óvalo Larco
- Calle Prolongación César Vallejo a la altura de la Real Plaza
- Óvalo La Marina, zona norte, en calles Juan Cruzado, Manuel Iglesias y alrededores

- Calle Simón Bolívar a la altura del cruce con la Avda. Víctor Larco Herrera
- Avda. Panamericana Norte entre los cruces con las calles Mariscal Nieto y Manuel Seoane, en el distrito de Buenos Aires
- Avda. Panamericana Norte entre los cruces con las calles José Balta y Jorge Chávez.

Estos tres últimos puntos pertenecen a la zona de estudio.



Figura N° 18: Mapa de recorrido de desbordes de quebradas León, San Idelfonso y San Carlos

Fuente: Propia

B.- Etapa de Identificación de Escenarios

Estudio de suelos de la zona.

En esta etapa para obtener otra variable en el problema de capilaridad procedimos a hacer un estudio de suelos del área de trabajo, para lo cual se acordó con un habitante de la zona que nos permita acceder dentro de su vivienda para obtener la muestra de suelos.



Figura N° 19: Fachada de la vivienda donde se obtendrá la muestra de suelos

Fuente: Propia

Dentro de la vivienda había un corral donde fue un lugar ideal para obtener la muestra, una vez allí se procedió a realizar una calicata de 1 m de profundidad para poder obtener la muestra de suelo que nos pueda brindar los datos necesarios para comprender la situación actual del suelo sobre el cual se encuentran las edificaciones.



Figura N° 20: Proceso de excavar para obtener la muestra.

Fuente: Propia



Figura N° 21: Calicata completa de 1 m de profundidad.
Fuente: Propia



Figura N° 22: Muestras obtenidas de la calicata.
Fuente: Propia

Desde la calicata se retira un aproximado de un kilo de muestra de suelo, dicha muestra se llevó a un laboratorio para que se realice un análisis físico-químico y así obtener datos del suelo como son: su tipo, su porcentaje de humedad, PH, la cantidad de sulfatos y cloruros y la resistividad específica. Estos datos demostraran que tanto influye el suelo en la capilaridad de la zona.

Tabla N° 06: Características del suelo de estudio

PARAMETROS	Unidades	MUESTRA	METODOS
CLASE		ARENOSO	UV
HUMEDAD	%	1.81	Secado directo
PH		8.76	ASTMD 1293
SULFATOS	mg/kg	779	ASTMD516
CLORUROS	mg/kg	972	ASTMD512
RESISTIVIDAD ESPECIFICA	ohm/cm	5819	RA6014

Medicion de la altura capilar

Lo siguiente en el desarrollo de la tesis sera observar la altura capilar, esta muestra que tanto la humedad del suelo ha penetrado en las estructuras y que tanto ha dañado la misma.

Esta altura se medira para ver que tan grave es el problema en las distintas zonas del sector, si la altura supera los 30 cm entonces se considerara que es un problema para las estructuras.



Figura N° 23: Altura capilar del exterior de una vivienda.

Fuente: Propia

Para poder graficar mejor el problema se usara el mapa lotizado del área total así como también una lista, una vez que detectamos una estructura con una altura capilar considerable se marcara en el mapa para así al final ver el alcance total del problema. Al final del recorrido los resultados son los siguientes:



Figura N° 24: Lotes con altura capilar considerable.

Fuente: Propia

Tabla N° 05: Lista de lotes del sector Vista Alegre

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
1	22	5	8	20 cm
			10B	40 cm
			12	40 cm
			14	20 cm
			17	20 cm
2	44	9	18A	60 cm
			16A	80 cm
			20	60 cm
			25	80 cm
			27A	60 cm
			28	80 cm
			29	40 cm
			37	80 cm
			4	20 cm
3	51	5	17	1m
			14	20 cm
			8	20 cm
			1	40 cm
			35	40 cm
4	39	9	2	60 cm
			26	1m
			23B	40 cm
			23C	1 m
			24	1 m
			22	20 cm
			21	20 cm
			29	21 cm
			14	60 cm
5	33	7	11A	1 m
			14A	20 cm
			16	1 m
			22	40 cm
			23A	20 cm
			23C	60 cm
			19	1 m

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
6	18	6	10	40 cm
			7	20 cm
			2	60 cm
			4	20 cm
			13	60 cm
			13A	80 cm
7	22	3	1	60 cm
			11	60 cm
			16	1 m
8	19	3	8	60 cm
			6	20 cm
			4	80 cm
9	16	3	13	1 m
			8	1m
			7	40 cm
10	24	3	18	20 cm
			19	40 cm
			2	20 cm
11	15	6	1	20 cm
			12	20 cm
			11	20 cm
			8	60 cm
			5	80 cm
			D	1 m
12	17	2	9	40 cm
			3A	1 m
13	18	4	1	40 cm
			10	60 cm
			13	40 cm
			8	40 cm
14	21	4	19	20 cm
			17	20 cm
			11	20 cm
			1	40 cm
15	17	2	16	20 cm
			1	80 cm

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
16	24	4	8	40 cm
			6	20 cm
			2	20 cm
			22	20 cm
17	15	2	4	40 cm
			6	40 cm
18	15	2	1	20 cm
			13	20 cm
19	1	1	1	80 cm
20	40	3	9B	1 m
			5	40 cm
			17A	40 cm
21	25	3	4	20 cm
			20	40 cm
			13	1 m
22	1	0	0	0 cm
23	24	3	6	40 cm
			19	20 cm
			15	40 cm
24	19	6	3	40 cm
			4	60 cm
			9	60 cm
			14	20 cm
			11	40 cm
			11A	60 cm
25	20	5	9	40 cm
			12	40 cm
			14	20 cm
			1	80 cm
			4	20 cm
27	15	4	8	20 cm
			5	20 cm
			4A	20 cm
			27	40 cm

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
28	1	0	0	0
29	29	8	22	20 cm
			26	60 cm
			1	40 cm
			5	40 cm
			6	1 m
			10	40 cm
			16	1 m
			18	1 m
30	1	0	0	0
31	19	6	2	20 cm
			13	20 cm
			9A	40 cm
			5	60 cm
			4	40 cm
			3C	60 cm
32	8	4	32	40 cm
			2A	40 cm
			3A	40 cm
			6	40 cm
33	15	2	1	20 cm
			3A	20 cm
34	35	6	20	40 cm
			17	60 cm
			12	40 cm
			10	20 cm
			7	20 cm
36	31	10	1	20 cm
			16	40 cm
			15	40 cm
			14	60 cm
			13	60 cm
			8	20 cm
			5A	80 cm
			4	20 cm
			1	60 cm
			25	40cm
21	20 cm			

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
37	21	4	2	20 cm
			8	40 cm
			12	20 cm
			14	80 cm
38	18	4	9	40 cm
			8A	20 cm
			1	20 cm
			4	20 cm
39	1	0	0	0
40	34	9	3	20 cm
			10	1 m
			11	80 cm
			15	40 cm
			16	40 cm
			18	60 cm
			10A	40 cm
			6B	40 cm
1	1 m			
41	9	3	5	20 cm
			8	60 cm
			1	40 cm
42	16	5	8	80 cm
			9	40 cm
			6	40 cm
			15	40 cm
			16	60 cm
43	17	4	11	40 cm
			8	20 cm
			1	20 cm
			16A	40 cm
44	17	2	44	40 cm
			8A	40 cm
45	18	5	1	20 cm
			7	20 cm
			7B	20 cm
			8	1 m
			11A	20 cm

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
46	22	6	18	20 cm
			16	40 cm
			13	40 cm
			11	20 cm
			9	60 cm
			4	40 cm
47	24	3	8	20 cm
			7B	40 cm
			13A	40 cm
48	18	3	12	60 cm
			17	40 cm
			8	40 cm
49	13	4	8	20 cm
			5	60 cm
			3	20 cm
			1	60 cm
50	38	10	21B	20 cm
			16	1 m
			14	20 cm
			11	80 cm
			9A	80 cm
			7	40 cm
			5A	60 cm
			25	20 cm
			27	40 cm
			19	40 cm
51	20	4	14	20 cm
			7	60 cm
			4	40 cm
			1A	40 cm
52	46	9	15	20 cm
			9A	60 cm
			7	40 cm
			4	40 cm
			35A	20 cm
			30A	40 cm
			28	20 cm
			22B	20 cm
18	20 cm			

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
53	28	6	38A	40 cm
			36	40 cm
			32A	20 cm
			29	80 cm
			25	20 cm
			20	80 cm
53A	32	3	15A	20 cm
			11	20 cm
			1	20 cm
54	14	3	9	40 cm
			7B	40 cm
			6	1 m
55	47	4	9	20 cm
			7A	60 cm
			4	80 cm
			20	40 cm
56	30	6	7	60 cm
			8	40 cm
			5	20 cm
			24	40 cm
			21	40 cm
			15	20 cm
57	45	10	1	60 cm
			32A	40 cm
			32	40 cm
			30	20 cm
			26	40 cm
			23	40 cm
			20	60 cm
			13A	20 cm
			12	40 cm
			5	1 m
58	5	1	4	20 cm
58A	18	5	6	20 cm
			8	60 cm
			11	40 cm
			13A	40 cm
			15	40 cm

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
59	21	4	1	60 cm
			1A	40 cm
			3b	60 cm
			6	60 cm
60	31	5	14	40 cm
			13	20 cm
			10	20 cm
			3A	20 cm
			1	40 cm
61	21	3	8	1 m
			1	1 m
			17	20 cm
62	21	6	10A	40 cm
			10	60 cm
			4	80 cm
			2	40 cm
			16	40 cm
			15	40 cm
63	12	4	9A	20 cm
			9	20 cm
			4	60 cm
			3	20 cm
64	13	4	1	40 cm
			10	60 cm
			2	20 cm
			3	80 cm
65	25	3	11	20 cm
			6	60 cm
			20	1 m
66	7	1	2	40 cm
67	1	1	1	1 m
68	34	8	3	40 cm
			2	20 cm
			1	20 cm
			32	20 cm
			28A	20 cm
			19	20 cm
			20	20 cm
			15B	20 cm

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
69	31	10	1	40 cm
			2	20 cm
			7	40 cm
			9	40 cm
			13	60 cm
			14	60 cm
			15A	20 cm
			16	40 cm
			21	1 m
			24	80 cm
71	17	4	8A	60 cm
			9A	40 cm
			1	40 cm
			1A	60 cm
73	38	11	15	40 cm
			16	40 cm
			18	40 cm
			25A	20 cm
			1	60 cm
			2	40 cm
			3	20 cm
			4A	20 cm
			7	20 cm
			11	20 cm
13	60 cm			
74	35	11	1	20 cm
			2	60 cm
			4A	20 cm
			7A	40 cm
			9	20 cm
			13B	20 cm
			14	20 cm
			15	20 cm
			17	40 cm
			18	20 cm
21	20 cm			

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
76	25	5	1	40 cm
			7	20 cm
			8A	60 cm
			10	80 cm
			14	20 cm
A1	15	2	6	40 cm
			3	20 cm
A2	16	1	9	40 cm
B	21	1	4	20 cm
C	20	3	1	20 cm
			16	40 cm
			13	1 m
D	21	8	1	20 cm
			2	40 cm
			3	20 cm
			4	60 cm
			6	20 cm
			8	80 cm
			8A	40 cm
			4	20 cm
E	29	5	28	40 cm
			2	20 cm
			5	80 cm
			25	40 cm
			16	20 cm
F	11	3	1	20 cm
			7	60 cm
			10	40 cm
F'	12	1	8	20 cm
G	15	2	15	40 cm
			11	20 cm
G'	1	0	0	0
H	29	8	1	40 cm
			3	20 cm
			7	80 cm
			1'	40 cm
			4'	40 cm
			8	20 cm
			6	20 cm
			2'	40 cm

MANZANA	TOTAL DE LOTES	LOTES CON CAPILARIDAD	N° DE LOTES	ALTURA CAPILAR
I	34	7	1	20 cm
			28	20 cm
			17	40 cm
			17A	20 cm
			13	20 cm
			10	20 cm
			7	20 cm
J	19	6	10	20 cm
			11	40 cm
			13	20 cm
			15	20 cm
			3	1 m
			8	20 cm
K	19	3	1	20 cm
			13	20 cm
			6	60 cm
Σ	1860	383		

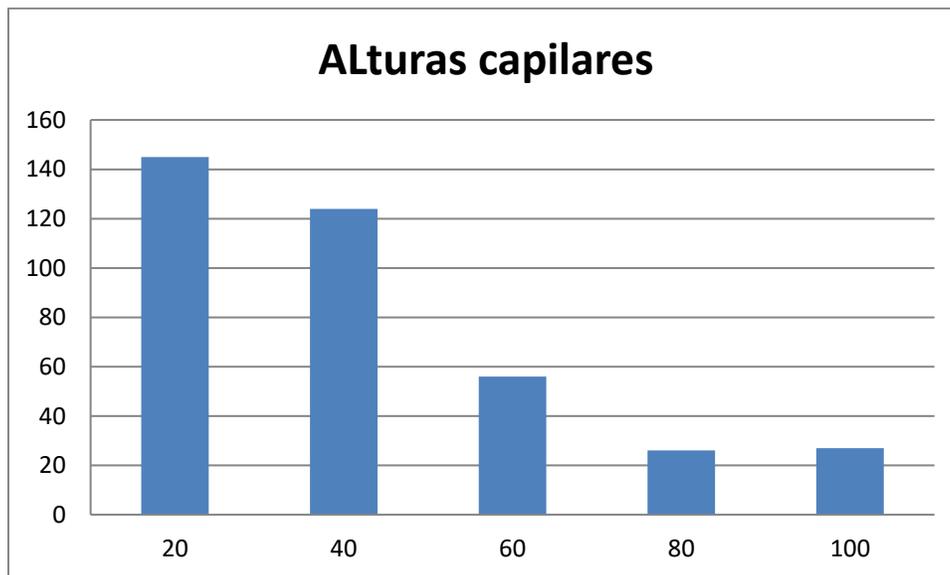


Figura N° 25: Grafico de las alturas capilares de las edificaciones

Fuente: Propia

En nuestro recorrido por la zona se pudo apreciar que en su mayoría las edificaciones son de material noble es decir hechos de ladrillos y cemento, en otros pocos casos se apreció casas hechas de ladrillo de arcilla sin cocinar, con respecto al daño se tiene que el 20% de las edificaciones presentan una altura capilar perjudicial.



Figura N° 26: Casa típica de material noble, donde se visualiza la humedad en la fachada.

Fuente: Propia



Figura N° 27: Muro de vivienda, con presencia de deterioro de los ladrillos por la humedad y sulfatos existentes en la zona de estudio.

Fuente: Propia

La antigüedad de la mayoría de edificaciones es de 10 a 20 años, en algunos casos unas de 5 a 10 años. Con respecto a la altura de las edificaciones, predominan las casas de un solo piso con azotea y de dos pisos, estas son las que más presentan altura capilar por otro lado las

edificaciones de más de tres pisos no presentan altura capilar esto porque se han tomado medidas para prevenir el ascenso capilar.

Para poder saber que método es el que más se usa en la zona para prevenir la capilaridad se realizara una excavación cerca de las estructuras, para eso se acordó con el dueño de una vivienda de la zona.



Figura N° 28: Casa de material noble que no presenta humedad, por los procedimientos constructivos previos para evitar la humedad por capilaridad.

Fuente: Propia



Figura N° 29: Muro de ladrillos que no presenta humedad.

Fuente: Propia



Figura N° 30: Excavación en la pared de la vivienda, donde se verifico que existe cubiertas para evitar la humedad y deterioro de los sulfatos a la cimentación de la vivienda.

Fuente: Propia



Figura N° 31: Material plástico que cubre los cimientos.

Fuente: Propia

En esta parte se pudo apreciar que para que la humedad no afecte a las estructuras se coloca un plástico como barrera entre la zapata y el suelo. En nuestra investigación este método resulto ser el que más se usa por los habitantes por su bajo costo y simplicidad, no obstante este método es preventivo.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS.

4.1 RESULTADOS DEL LABORATORIO DE LA UNT, SOBRE LA ZONA DE ESTUDIO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION
LASACI

INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: SANTIAGO ALEX LOAYZA BRICEÑO
	RONAL OSWALDO ZAVALA CABALLERO
MUESTRA	: SUELO
UBICACIÓN	: Sector Vista Alegre- Calle Manco Capac
FECHA DE INGRESO	: 09 DE MAYO DEL 2017
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

REPORTE DE RESULTADOS

PARAMETROS	Unidades	MUESTRA	METODOS
CLASE		ARENOSO	UV
HUMEDAD	%	1.81	Secado directo
PH		8.76	ASTMD 1293
SULFATOS	mg/kg	779	ASTMD516
CLORUROS	mg/kg	972	ASTMD512
RESISTIVIDAD ESPECIFICA	Ohm/cm	5819	RA6014

TRUJILLO 15 DE MAYO DE 2017


Analista: *[Firma]*
Calle: *[Firma]*
C.I. 1600
C.P. 12258

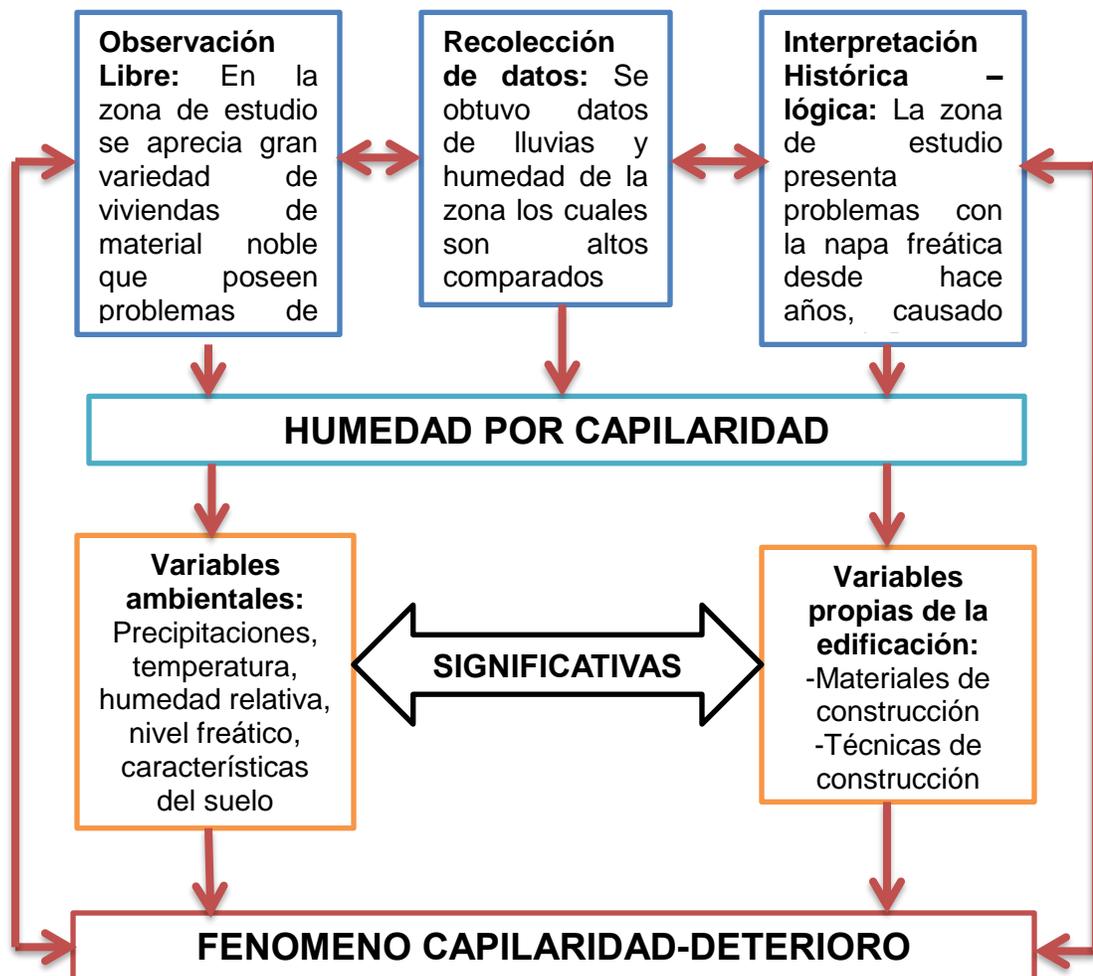
AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
0 949059632 / 949113230

Figura N° 32: Resultados de análisis del suelo del área de estudio.
Fuente: Propia

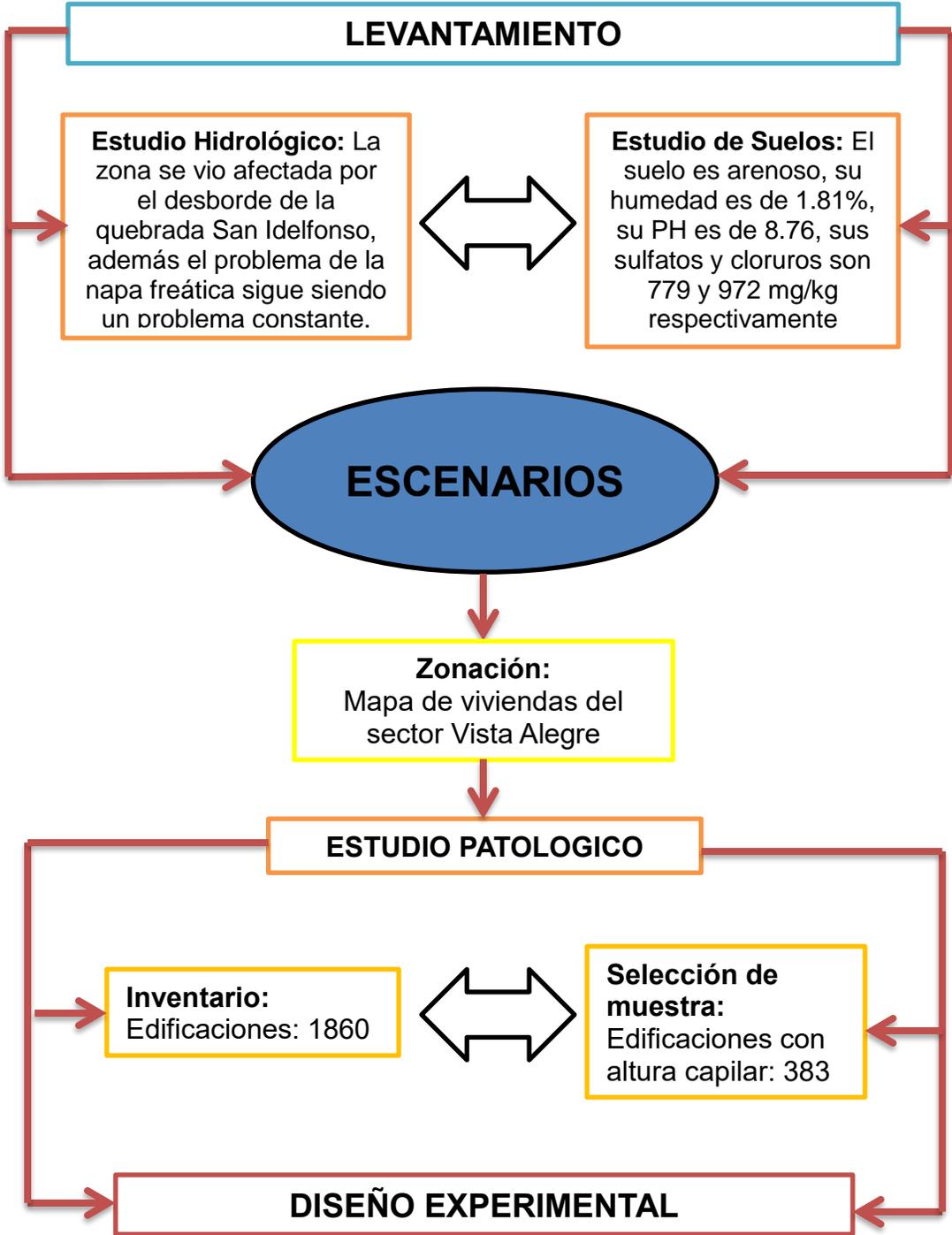
4.2 Modelo de la Relación Capilaridad- Deterioro.

En esta etapa para finalizar tomamos toda la información recopilada anteriormente, la ordenaremos y la relacionaremos para poder establecer la relación capilaridad – deterioro.

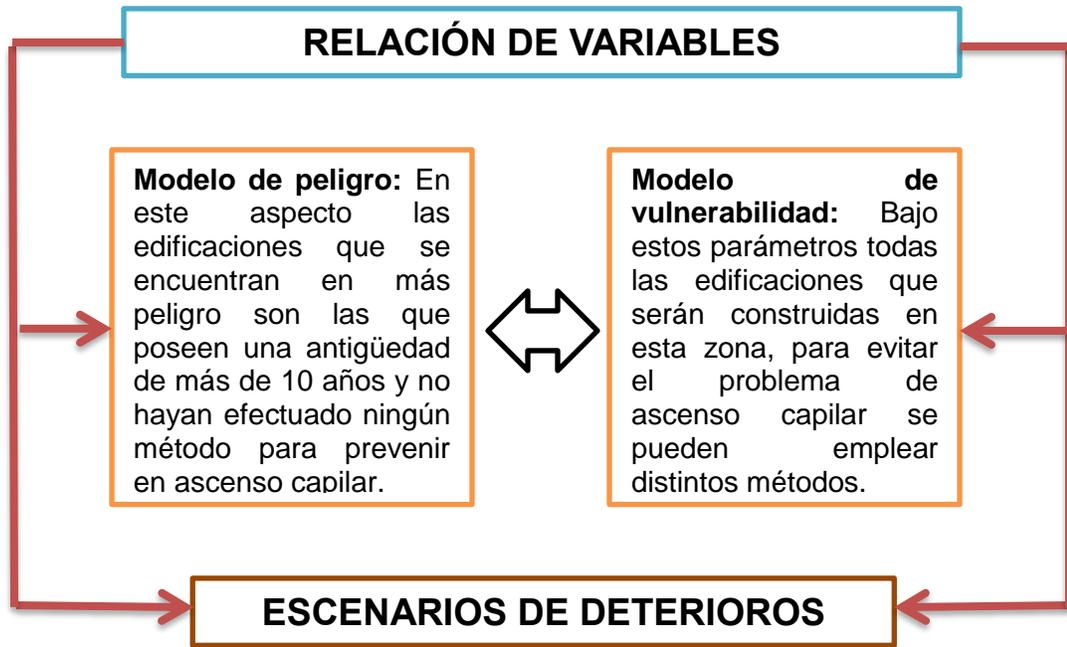
La primera parte lo componía la indagación, la cual consistía en su mayoría recolección de datos de la zona de estudio, todos estos se establecen de la siguiente forma:



Después de haber obtenido informaciones previas se pasó a la parte del proyecto en donde nos tenemos que trasladar y movilizar por la zona de estudio para obtener datos reales y actuales sobre el problema de capilaridad.



Con todo lo establecido anteriormente podremos concluir los escenarios de deterioro que incluirán los de peligro y los de vulnerabilidad. Esta es la última parte de nuestro proyecto.



4.3 Métodos para prevenir la ascensión capilar.

Para poder defender una vivienda del ataque de la humedad proveniente del suelo existen varias formas.

Si se llevan a cabo durante la construcción de la edificación se denominan preventivas ya que se está previniendo la aparición de la humedad.

No construir: Esta medida debería tomarse en casos donde se tiene un terreno con exceso de agua permanente o con una napa de agua demasiado superficial, razón por la cual crear alguna solución podría resultar demasiado costosa y compleja. Es por esto que se recomienda realizar los estudios al terreno previo a su compra.

Es importante que a la hora de construir una nueva estructura se considere gastar en tomar medidas para prevenir el problema de capilaridad.

Láminas o membranas impermeables : Consiste en evitar el contacto muro-suelo o fundación-suelo, para lo cual se utilizan láminas impermeables para cubrir las fundaciones o cimientos, lo que impide que el agua presente en el suelo entre en contacto directo con los elementos constructivos, evitando así su ingreso a la malla de capilares por lo que no puede ascender a través de ellos. Esta es la que más se da en la zona y la cual pudimos apreciar de primera mano al hacer una excavación en una edificación que no presentaba capilaridad.

Si se ejecutan con posterioridad a la construcción de la vivienda se denominan correctivas ya que se está corrigiendo un problema que se hizo presente posteriormente a la realización de la vivienda, ya sea por no haber tomado acciones preventivas o porque éstas fueron insuficientes para detener la humedad presente en el terreno.

SikaMur: Barrera antihumedad (DPC) a base de silanos, para el tratamiento de humedad ascendente de cimientos. Es una sustancia repelente al agua, que se inyecta en una serie de perforaciones horizontales realizadas en la mezcla de la mampostería, mediante una pistola de aplicación (no es necesaria una bomba de inyección). Una única inyección en la mezcla, dispersará SikaMur InjectoCream-100 en el muro y creará una barrera repelente al agua (DPC-Damp Proof Course) bloqueando la humedad ascendente en el futuro.

Ventajas:

- Monocomponente, listo para usar.
- Fácil de aplicar (bajo riesgo de error operativo, no depende del operario).
- Rápida aplicación (no es necesario hacer "doble línea de perforaciones" y no hay que esperar a que penetre por presión o gravedad).
- No es necesario un sellado preliminar alrededor de las perforaciones (como sucede en los sistemas con presión).

- Rápido de inyectar (no hay que esperar tiempos como sucede en los sistemas de inyecciones por presión, ni tampoco reinyectar, como sucede con los sistemas de inyección por gravedad).
- Cálculo fácil del consumo. Aplicación uniforme (que facilita calcular la cantidad de material necesario).
- No requiere una bomba especial de expansión.
- Eliminación de derrames (no existe problema de derrames en las paredes, huecos o cañerías).
- Fórmula concentrada con un 80% de ingredientes activos (introduce una baja cantidad de sustancias inactivas en el muro - gran efectividad comparada con materiales menos concentrados).
- Baja peligrosidad, base agua-no cáustica ni inflamable, no se inyecta bajo presión.
- Baja cantidad de residuos.
- Baja pérdida de material.
- No hay riesgo de eflorescencias.

Diseño:

Para un tratamiento efectivo, se deberá utilizar el consumo adecuado de SikaMur InyectaCream-100, el sistema requiere realizar perforaciones de 12 mm de diámetro, en dirección horizontal, centradas directamente en la línea (mezcla de asiento) entre ladrillos elegida para la realizar la inyección. La separación entre las perforaciones no será mayor de 12 cm.

Después de realizar las perforaciones, las mismas se limpiarán utilizando un compresor de aire, para asegurar que estén libre de polvillo, areniscas, piedritas, etc., antes de comenzar a inyectar SikaMur® InyectaCream-100

La profundidad de las perforaciones requeridas para inyectar SikaMur® InyectaCream-100 (de 12 mm de diámetro) variará de acuerdo a los distintos espesores de muro, según la tabla que figura a continuación.

Para otros espesores de muro, la profundidad de la perforación será de 4 cm desde el otro lado del muro.

Tabla N° 06: Datos sobre las perforaciones para aplicar producto Sikamur

Espesor de muros	1 cm	15 cm	20 cm	30 cm	45 cm
Profundidad de la perforación	9 cm	13 cm	18 cm	27 cm	41 cm
Distancia entre perforaciones	12 cm	12 cm	12 cm	12 cm	12 cm

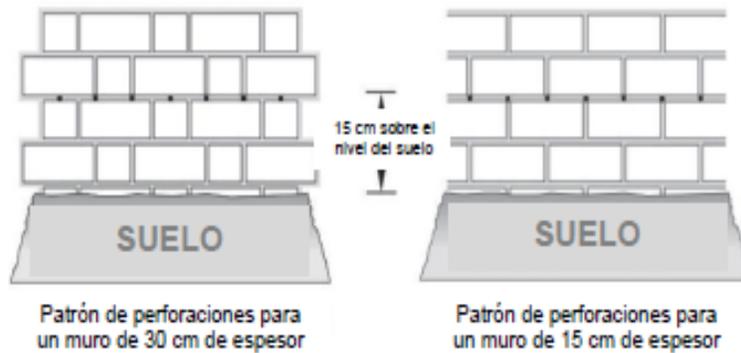


Figura N° 33: Patrones de perforación en muro.

Muro de ladrillos comunes:

Pueden ser tratados desde un solo lado y en una sola operación.

Esto dependerá de las longitudes de mechas disponibles.

La selección de la línea para perforar y la profundidad establecida, se realizará de acuerdo con la tabla indicada anteriormente.

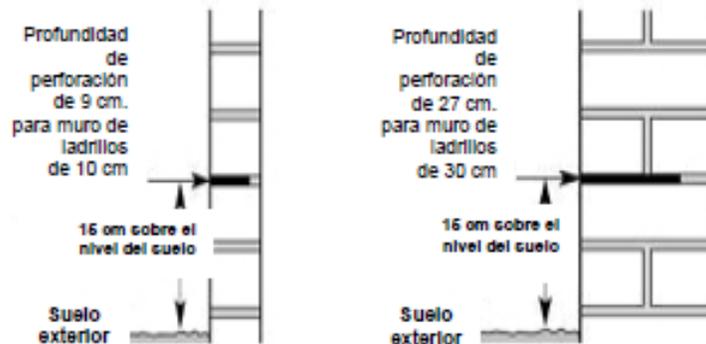


Figura N° 34: Especificación para muro de ladrillo al que se le va a aplicar inyecciones para la humedad.

Tabla N° 07: Detalles sobre el consumo del producto Sikamur

Rendimiento en metros lineales de un cartucho de 300 ml SikaMur InjectoCream-100 según el espesor del muro					
Espesor del muro	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm	45 cm
Cartucho 300 ml	4,2 metros lineales	2,70 metros lineales	2,10 metros lineales	1,40 metros lineales	0,9 metros lineales

Preparación:

Se debe tratar toda la zona donde se realizará la inyección, eliminando zócalos, revoques y/o restos de yeso o morteros existentes, hasta llegar al soporte original y a la mezcla que será tratada.

Si el revoque / yeso está contaminado con sales y/o se dañó debido a la humedad, habrá que quitarlo por completo, como mínimo, hasta la parte superior de la zona afectada y luego entre dos y tres veces el espesor de la pared por arriba de la línea de aplicación.

Medir el espesor del muro a tratar, a fin de utilizar las mechas de perforación adecuadas para ejecutar las perforaciones con la profundidad requerida, dependiendo del espesor del muro. Aplicar una cinta sobre la mecha para marcar la profundidad correcta.

Los trabajos de inyección se deberán desarrollar cuando la temperatura no baje de 0 °C al menos durante las 48 horas después de su aplicación, para permitir la óptima dispersión del material.

Aplicación:

Se coloca el cartucho en la pistola abierta.

Se perfora la recámara y colocar la boquilla de aplicación en el cartucho.

Luego se inserta la manguera cristal, de una longitud mayor a la profundidad de la perforación realizada, en la boquilla del cartucho.



Figura N° 35: Cartucho y aplicador del producto SikaMur

Después se inserta la manguera cristal, que se agregó a la punta del pico de la pistola de aplicación, en toda la profundidad de la perforación realizada con anterioridad.

A continuación se presionar el gatillo de la pistola y rellenar cada perforación completamente con SikaMur InyectoCream-100, desde adentro hacia afuera, hasta llegar a 1 cm de la superficie. Cuando se trate un muro con cámara de aire, se rellenarán las perforaciones en cada muro.

Constantemente se debe limpiar periódicamente la parte exterior de la manguera de salida.



Figura N° 36: Aplicación del producto Sikamur en muros

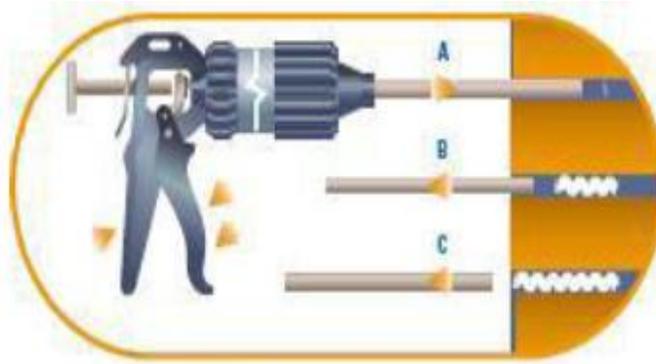


Figura N° 37: Perforaciones para la aplicación del producto Sikamur

Para cerrar las perforaciones se deben cubrir utilizando morteros adecuados. Y por último se recomienda un revoque hidrófugo para proteger de las efloraciones salitrosas.

CAPITULO V: DISCUSION

En nuestro proyecto decimos que la capilaridad es un problema que afecta a las estructuras, su causa principal causa es el ascenso de la napa freática ya que posee una gran acumulación de aguas subterráneas sumado a esto la zona de estudio presenta gran cantidad de humedad en el aire. Por lo que se deben tomar medidas para prevenir este problema.

Según Bedenetti Gabriel (2015) La humedad por capilaridad es uno de los principales inconvenientes más recurrentes en los hogares, esta se presenta en estado líquido (causado por las lluvias, napas freáticas o por condensaciones tanto al nivel de la superficie como al interior de un material) y de vapor de agua.

Según Barrios Sevilla (2012) En el origen de este fenómeno intervienen variables ambientales como las hidroclimáticas y del suelo; estas al combinarse con las típicas de la edificación, incrementan el deterioro y dan lugar a la presencia de una relación de capilaridad-deterioro, que deja a la edificación totalmente vulnerable. Las fuentes de humedad en una edificación se clasifican en aquellas de origen externo e interno.

Según Bedenetti Gabriel (2015) el problema de la humedad sería solucionable si tan sólo se considerarán cuatro aspectos: el diseño adecuado; elección de materiales convenientes, rigurosa inspección y que el usuario sepa hacer buen uso y mantención de su vivienda. El agua líquida se mueve fácilmente por vasos comunicantes, por gravedad y ascensión capilar y en forma de vapor se filtra por ranuras, perforaciones, rendijas, aberturas y ductos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.

- En todo el sector siempre se verá el problema de capilaridad en las edificaciones debido a distintos factores que convergen en la zona por lo tanto todas las nuevas estructuras deben tomar medidas para prevenir este problema, muchas otras viviendas ya construidas previnieron el problema de capilaridad con distintos métodos.
- Teniendo en cuenta que el sector Vista Alegre lleva existiendo desde hace años y ha estado en un constante crecimiento, establecemos que las viviendas que poseen más de 10 de años de antigüedad, y que no han usado ningún método para prevenir la humedad por ascenso capilar representan un problema grave. Establecimos también las consecuencias de la ascensión capilar para con las edificaciones y las personas por eso se debe hacer un tratamiento de este problema.
- Muchas viviendas antiguas son reemplazadas por nuevas donde ya se toman medidas para prevenir la capilaridad, esto es porque los habitantes poseen más recursos para poder reemplazar sus viviendas pero no siempre se da esto por lo que la gente tiene que seguir viviendo en viviendas antiguas.
- La recolección de datos obtenidos del SENAMHI se concluye que la Libertad posee gran cantidad de precipitaciones, si bien estas se enfocan más en la parte sierra, en estos últimos meses debido al fenómeno del niño se presentaron gran cantidad de precipitaciones en la ciudad igual que ocurrió en el año 1997-1998 donde también ocurrió este fenómeno. Este caso el agua que debido de los desbordes de la quebrada San Idelfonso generaran problemas de capilaridad ya mucha de esta agua a filtrado al suelo y luego ascenderá poco a poco a las estructuras.

- Otro problema que viene de hace años es el de la napa freática, la cual ha venido aumentando debido al desarrollo del proyecto Chavimochic, el cual ha generado un gran acumulación de agua subterránea que seguirá siendo perjudicial para toda la zona.
- Las edificaciones más del 90% son de material noble esto debido al gran crecimiento de la ciudad en los últimos años, su antigüedad varía de los 10 a 20 años. En cuanto a la capilaridad el 20.5% de viviendas muestra una altura capilar considerable, con respecto a la medida de esta altura tenemos que el 7.8% mide 20 cm, el 6.67% mide 40 cm, el 3.01% mide 60 cm, el 1.4% mide 80 cm, y el 1.45% mide 1 m, estos dos últimos representan los datos más críticos.
- El Suelo en la zona de Estudio es arenoso por lo tanto predominan las arenas o partículas minerales mayores de 0,02 mm de diámetro (cuando las partículas son mayores de 0,2 mm se denominan gravas). Son suelos muy permeables (la permeabilidad es la velocidad de infiltración del agua de gravitación), pues en ellos predominan los macroporos (todos hemos visto lo rápidamente que desaparece un cubo de agua vertido en la playa). Con todo esto concluimos que el agua que proviene del suelo asciende de manera más rápida hacia las estructuras.
- Uno de los métodos más usados y con mejores resultados es el uso de barreras plásticas en los cimientos, por lo que es el más recomendable para prevenir el problema de ascenso capilar.
- En caso de viviendas que ya cuenten con el problema de capilaridad en sus paredes la mejor y mas accesible opción es el uso de inyecciones de productos como el Sikamur que puedan repeler el agua que se encuentre en las estructuras.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

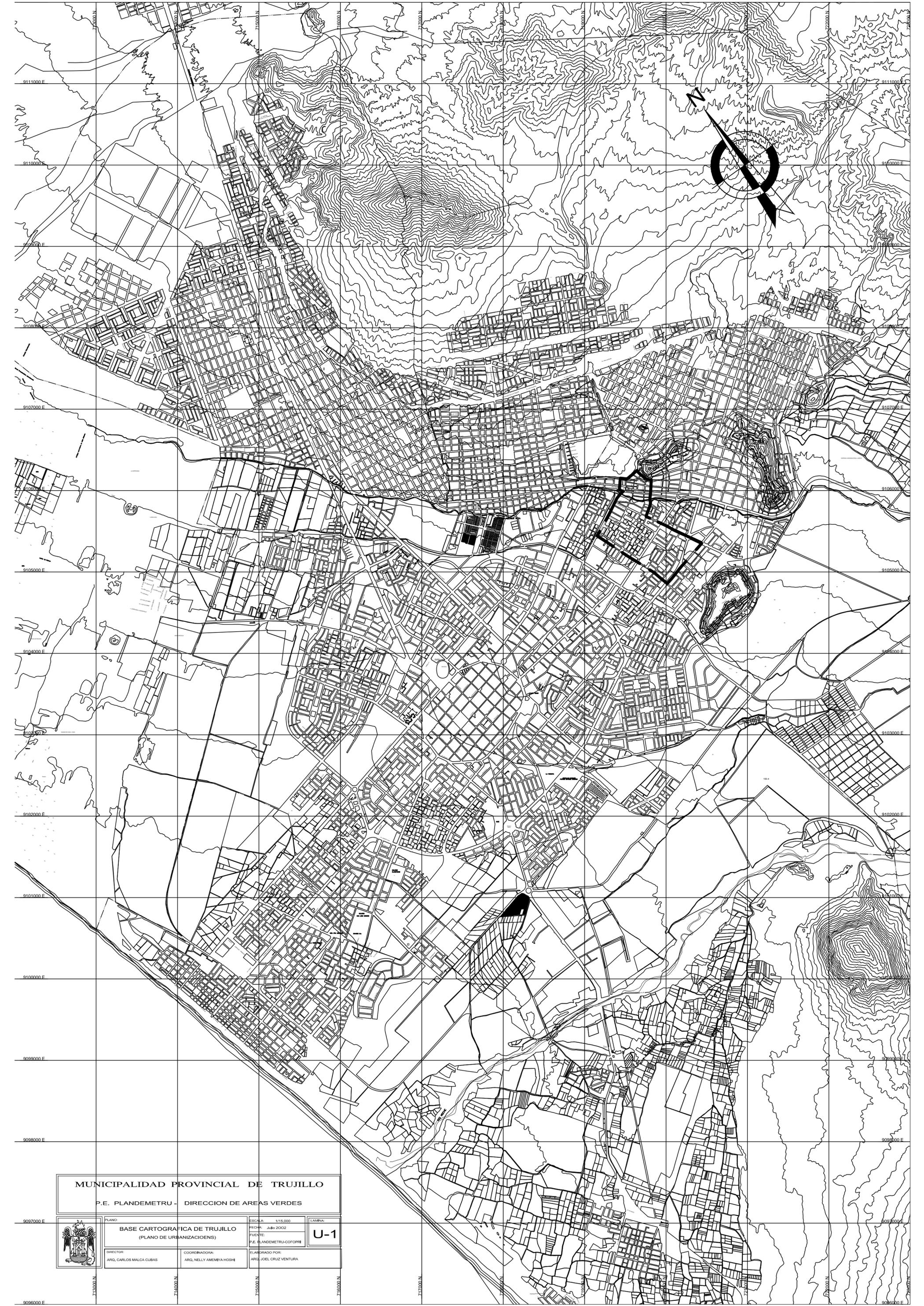
- Teniendo en cuenta el problema de la napa freática se recomienda que la municipalidad Distrital de Victor Larco Herrera, realice obras de drenaje para evitar el ascenso capilar en la zona Vista Alegre.
- El ministerio de salud y Defensa Civil debe realizar campañas de salud para despistar enfermedades relacionadas con la humedad en el sistema respiratorio.
- Los egresados de las Universidades deben desarrollar temas de investigación sobre drenaje, y empleo de materiales en cimentaciones innovadores para evitar deterioros en las viviendas por la capilaridad.
- De querer ampliar este tema se podría obtener mejores resultados si se utilizara nuevas tecnologías que puedan detectar mejor el ascenso capilar en edificaciones.

CAPITULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, Odalys (2013). "Patología, Diagnóstico y Rehabilitación de Edificaciones". En: *Monografías CUJAE*. La Habana: ISPJAE.
- BARRIOS SEVILLA, Jesús; MENA ANISI, Antonio; VALVERDE ESPINOSA, Ignacio; BARRIOS PADURA, Ángela; POLO VELASCO, Jorge (2012): "Estudio de la iglesia de San Miguel de Morón (Sevilla). Influencia de los cambios de humedad en la estabilidad del monumento". *Informes de la Construcción*. [en línea]. 1999, Vol. 51, núm. 463, p. 57-65.
- DE BEDENETTI, Gabriel: "Humedades capilares en muros". En: *uruguaytotal.com*. [en línea]. Uruguay, 2012. [Consulta: 12 de mayo de 2015].
- DE LA PEÑA GONZÁLEZ, Ana María y RAMÍREZ LI, Ramón: "Influencia del medio ambiente en el deterioro de las edificaciones". En: *Curso de la Maestría de conservación. Centro Nacional de Conservación, Restauración y Museología*. La Habana: CENCREM, 2014
- GARCÍA MORALES, Soledad. *Reconocimiento de los tipos de humedad: causas y lesiones producidas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2005. [Consulta: 20 de junio de 2011].
- GARCÍA MORALES, Soledad. "Metodología de diagnóstico de humedades de capilaridad ascendente y condensación higroscópica, en edificios históricos". [en línea]. Tesis Doctoral. Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, 1999. [Consulta: 22 de septiembre de 2012]
- GONZÁLEZ TRUJILLO, Mayelin, BEIRA FONTAINE, Eduardo, ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, Odalys y LÓPEZ ARIAS, Elsi: "Variables ambientales y la relación capilaridad-deterioro: viviendas coloniales del centro histórico de Santiago de Cuba". *Arquitectura y Urbanismo*. [en línea]. 2013, Vol. 34, No 3, p. 49-66, ISSN 1815-5898. [Consulta: 20 de septiembre de 2013].

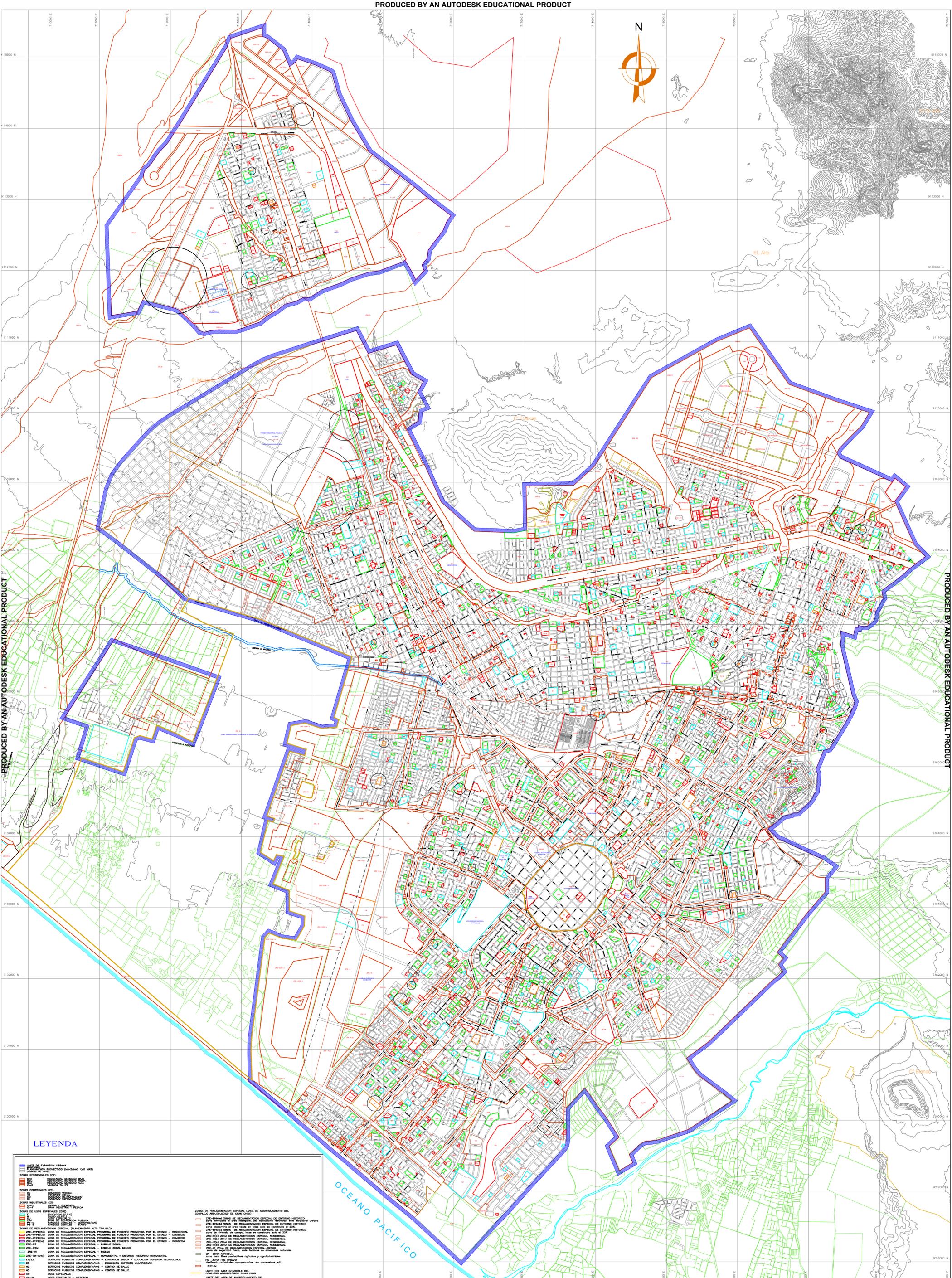
- PÉREZ ECHAZÁBAL, Lucrecia. "Influencia del medio ambiente en la patología de los monumentos de alto valor histórico construidos con materiales pétreos naturales. Centro histórico de La Habana". Tesis de doctorado. Director: Pedro Tejera Garofalo. Facultad de Arquitectura. ISJAE. La Habana, 2010.
- PRONE, Pablo Andrés. "Proceso para interpretación patológica en las edificaciones". En: *Patología de los Materiales de Edificios de Valor Patrimonial*. Tesis de doctorado. Director: Guillermo García. Buenos Aires, Centro Internacional para la Conservación del Patrimonio, 2005
- Reglamento para optar el título profesional de Ingeniero Civil mediante la modalidad de programa de asistencia para el desarrollo de tesis. UPAO 2015.
- RIVADA VÁZQUEZ, María Luisa: "Pérdidas de agua provocan pérdidas de energía eléctrica y deterioro de las edificaciones". En: *VII Conferencia Científico-Técnica de la Construcción*. La Habana: UNAICC, 2006.
- TEJERA GARÓFALO, Pedro. *Introducción a la Patología de las Edificaciones*. La Habana: ISPJAE, 2000. Folleto del Curso impartido en la Maestría Conservación y Rehabilitación del Patrimonio Construido.
- C. M, Natali: "Arquitectura y Urbanismo", Revista Scielo. La Habana, 2015
- FERNÁNDEZ, Juan: "HUMEDAD PROVENIENTE DEL SUELO EN EDIFICACIONES". Chile, 2014

ANEXOS



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO			
P.E. PLANDEMETRU - DIRECCION DE AREAS VERDES			
	PLANO:	ESCALA: 1:15,000	LAMINA:
	BASE CARTOGRAFICA DE TRUJILLO (PLANO DE URBANIZACIONES)		FECHA: Julio 2002
			FUENTE: P.E. PLANDEMETRU-COFOPE
DIRECTOR:	COORDINADORA:	ELABORADO POR:	
ARG. CARLOS MALCA CUBAS	ARG. NELLY AMEMIVA HOSHI	ARG. JOEL CRUZ VENTURA	

U-1



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

LEYENDA

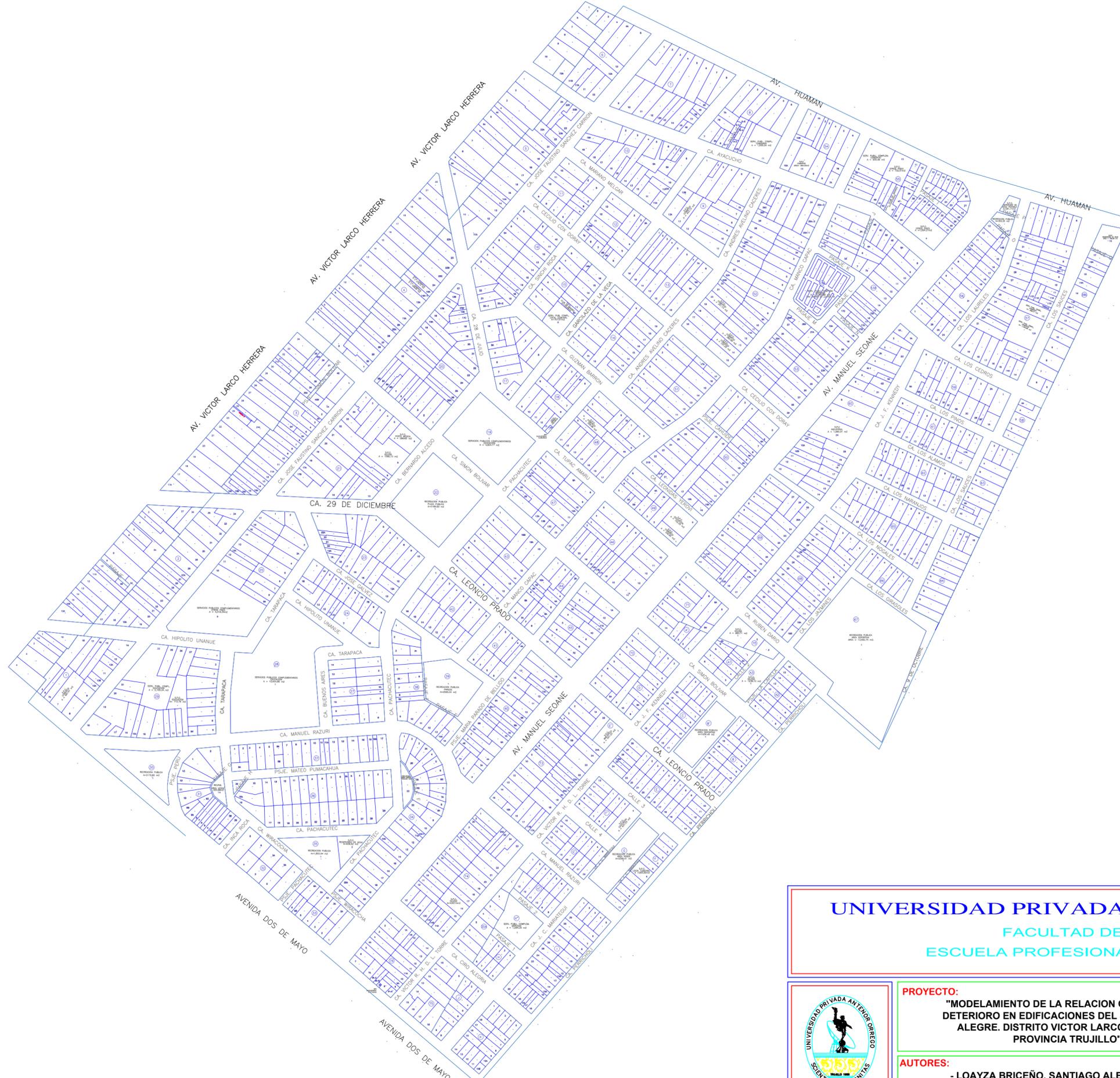
- Límite de expansión Urbana
 - Límite del Área Intendencia del Continuo Urbano
 - Zona Residencial (ZR)
 - Zona Comercial (ZC)
 - Zona Industrial (ZI)
 - Zona de Usos Especiales (ZE)
 - Zona de Regulación Especial, Planeamiento Alto Tráfico
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Residencial
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Comercio
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Industria
 - Zona de Regulación Especial - Parque Zonal Menor
 - Zona de Regulación Especial - Residuo
 - Zona de Regulación Especial - Monumental y Entorno Histórico Monumental
 - Zona de Regulación Especial - Educación Básica / Educación Superior Tecnológica
 - Servicios Públicos Complementarios - Educación Superior Universitaria
 - Servicios Públicos Complementarios - Centro de Salud
 - Usos Especiales - Mercado
 - Usos Especiales - Mercado Zonal
- Zona de Regulación Especial, Área de Monumento del Complejo Arqueológico de Chaupí Chanku
 - Zona de Regulación Especial, Entorno Histórico del Complejo Arqueológico de Chaupí Chanku
 - Zona de Regulación Especial, Entorno Histórico de Chaupí Chanku
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Residencial
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Comercio
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Industria
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Residencial
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Comercio
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Industria
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Residencial
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Comercio
 - Zona de Regulación Especial, Programa de Fomento Promovido por el Estado - Industria

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO
 PLAN DE
 DESARROLLO TERRITORIAL

PLANO:
 ZONIFICACION GENERAL DE USOS DE SUELO
 DEL CONTINUIDO URBANO DE TRUJILLO
 ELABORADO:
 ING° CESAR ACURA PERALTA

ELABORADO:
 DR. CARLOS MATOS IZQUIERDO
 DISEÑADO:
 ARG. GUILLERMO MALCA D.
 DIRECTOR DE PLANEACION METROPOLITANA:
 ARG. MARITZA HURTADO CASTRO

PLANO N°:	002-01-21
VERSION N°:	AGOSTO DEL 2011
FECHA:	AGOSTO DEL 2015



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:
"MODELAMIENTO DE LA RELACION CAPILARIDAD-
DETERIORO EN EDIFICACIONES DEL SECTOR VISTA
ALEGRE. DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA.
PROVINCIA TRUJILLO"

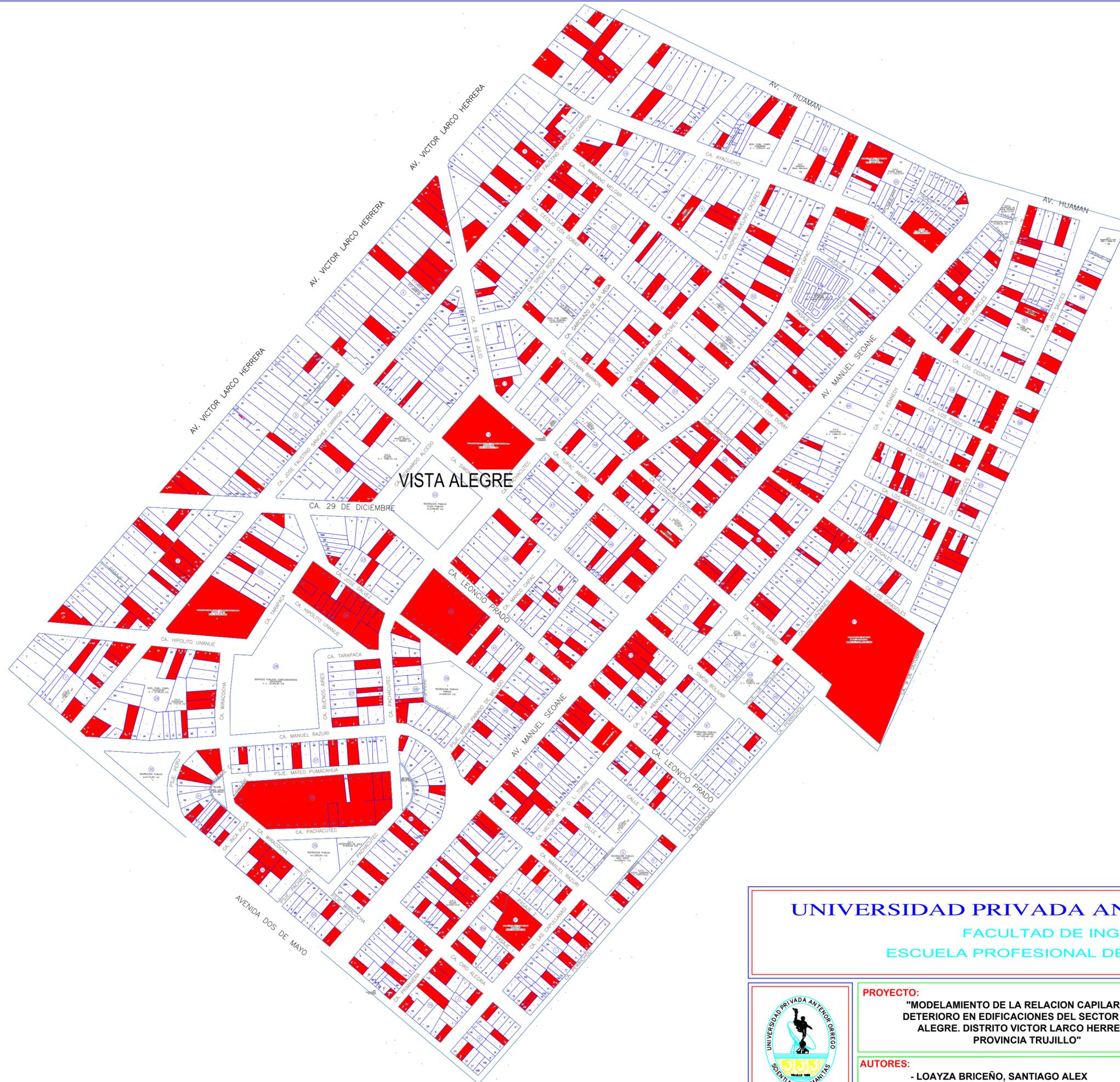
UBICACION:
Departamento: La Libertad
Provincia: Trujillo
Distrito: Victor Larco Herrera
Sector: Vista Alegre

LAMINA:
Z-1

AUTORES:
- LOAYZA BRICEÑO, SANTIAGO ALEX
- ZAVALETA CABALLERO, RONAL OSWALDO

ESCALA:
1/100

FECHA:
JULIO 2017



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO:
 "MODELAMIENTO DE LA RELACION CAPILARIDAD-
 DETERIORO EN EDIFICACIONES DEL SECTOR VISTA
 ALEGRE. DISTRITO VICTOR LARCO HERRERA.
 PROVINCIA TRUJILLO"

UBICACIÓN:
 Departamento: La Libertad
 Provincia: Trujillo
 Distrito: Victor Larco Herrera
 Sector: Vista Alegre

LAMINA:
Z-2

AUTORES:
 - LOAYZA BRICEÑO, SANTIAGO ALEX
 - ZVALETA CABALLERO, RONAL OSWALDO

ESCALA:
 1/100

FECHA:
 JULIO 2017