

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

E.A.P DE INGENIERÍA AMBIENTAL



Tesis de Titulación

Cambio de uso del suelo y su efecto en la temperatura y humedad del ambiente de la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima, Perú.

Autora:

Bach. Julia Yurema Vasquez Reynaldo

Asesora:

Lic. Gina Tito Tolentino, MS (cc)

Co-asesor:

Ing. Armando Aramayo Bazzetti (Dr.)

Lima, 2015

“Porque Jehová da sabiduría, Y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.” **Proverbios 2:6**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, en primer lugar, por permitirme llegar hasta aquí y enseñarme a confiar en su propósito para conmigo.

A mis padres Fabio Vásquez Ramos y Maritza Reynaldo Padilla, por la comprensión, apoyo y consejos que me brindaron para poder concluir esta investigación.

A mi asesora la Lic. Gina Tito por la orientación, consejos, las palabras de ánimo y apoyo dado durante todo el desarrollo de la investigación.

A mi coasesor el Dr. Armando Aramayo por el apoyo brindado durante el desarrollo de la investigación.

Al Dr. Alfredo Matos Chamorro, por la paciencia, sus direcciones, por los conocimientos impartidos, sus consejos y su interés en la colaboración de este trabajo de investigación.

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental y a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, especialmente a Ing. Milda Cruz Huaranga y M.Sc. Natalí Carbo Bustinza; por el ánimo y el apoyo en los trámites correspondientes para el desarrollo de tesis.

A mis amigos Víctor, Lorena, Alayda, Samanta que me brindaron parte de su tiempo, esa ayuda desinteresada y tan valiosa en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

Índice general	4
RESUMEN	19
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	21
1.1 Objetivos	22
1.1.1 Objetivo general	22
1.1.2 Objetivo específicos	22
CAPÍTULO II: REVISIÓN LITERARIA	24
2.1 Antecedentes	24
2.29.1. Impact of land Use Changes on the Surface Temperature Distribution of Area Surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam (Buyadi, Mohd, & Misni, 2013)	24
2.29.2. Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China	25
2.29.3. Morfología urbana y Clima urbano estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, Mediante la Aplicación del concepto de Cañón Urbano e Índices de Confort Térmico	28
2.29.4. Study on the microclimatic characteristics and human confort of park plant in summer communities	29
2.2 Marco legal	30
2.3 Conceptos relevantes de la climatología urbana	32

2.4 Usos de suelos	32
2.5 Cambios climáticos globales	34
2.6 Descripción de los patrones climáticos de América del Sur	36
2.7 Investigación sobre cambios climáticos realizados por el Perú	37
2.8 Circulación general atmosférica	39
2.9 Clima	39
2.10 Diferencia entre tiempo y clima	40
2.11 Fenómeno de El Niño	41
2.12 El sistema climático	42
2.13 Cambio climático en América Latina y su relación con el cambio de uso del suelo	43
2.14 Lima y la ocupación de sus tierras agrícolas	44
2.15 Impacto de la urbanización en el clima	51
2.16 Microclima urbano	52
2.17 Impacto de la urbanización en el clima: El efecto inadvertido	54
2.18 El confort térmico y el rol de la planificación urbana	55
2.19 Escalas de la climatología urbana	60
2.20 Islas de calor urbano	62

2.21 Comportamiento de la temperatura humedad, velocidad y dirección de viento	67
2.22 Mecanismos de degradación de la temperatura	67
2.23 Temperatura percibida por los seres humanos	69
2.24 Humedad relativa sobre la temperatura percibida	70
2.25 Flujo de viento y del aire que regula procesos ambientales	72
2.26 Microclimas en Lima metropolitana	72
2.27 Caracterización de las variables climáticas	74
2.28 Software a utilizar Statistica 7	74
2.29 Ajuste de modelos de regresión	75
2.30 Análisis de regresión	75
2.31 Modelos de regresión	77
2.31.1. Regresión lineal simple	77
2.31.2. Regresión lineal múltiple	77
2.31.3. Análisis explorativo de datos	77
i. Datos atípicos: (Outliers)	78
ii. Datos ausentes (Missing)	78
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	79

3.1 Lugar de ejecución	79
3.2 Materiales y equipos	81
3.3 Descripción de la metodología	81
3.3.1 Clasificación de variables climatológicas de estudio	82
3.3.2 Descripción de las estaciones meteorológicas	83
3.3.3 Mediciones y valores de registro en la zona de estudio	86
3.3.4 Instalación de la estación meteorológica en el punto de monitoreo	87
3.3.5 Recolección de datos	87
a) Proporcionado por el SENAMHI	87
b) Proporcionado por la estación meteorológica portátil	88
3.3.6 Número de obras ejecutadas dentro de la Universidad Peruana Unión	88
3.3.7 Análisis estadístico de regresión simple	88
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	92
4.1 Resultado del número de obras en la Universidad Peruana Unión	92
4.2. Resultados del periodo verano e invierno del año 1964 al 1990 y de 1991 a 2014	93
4.3 Resultados del mes de enero del año 1964 a 1990, y del 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h	101
4.4 Resultados del mes de febrero del año 1964 a 1990, y del 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h	103

4.5 Resultados del mes de marzo del año 1964 a 1990, y del 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h	106
4.6 Resultados del mes de junio del año 1964 a 1990, y del 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h	108
4.7 Resultados del mes de julio del año 1964 a 1990, y del 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h	110
4.9 Resultados del mes de agosto del año 1964 a 1990, y del 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h	112
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	115
RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS	117
ANEXOS	133

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Relación entre el índice de isla de calor urbano y algunos indicadores de urbanización en Shanghai durante 1960 – 2010	27
Figura 2 - Promedios globales	35
Figura 3 - Componentes del sistema climático mundial de los cambios climáticos a escala temporal de siglo, sus procesos e interacciones	36
Figura 4 - Históricos episodios de EL Niño	41
Figura 5 - Fauna y vegetación: plantas y atributos como para su uso para el mejoramiento del ambiente construido	54

Figura 6 - Sistema de mapeo del clima urbano y su transferencia a la planificación	59
Figura 7 - Esquema del clima urbano, conceptos atmosféricos en el sentido vertical	61
Figura 8 - Esquema de variables controlables y no controlables de la isla de calor urbano	63
Figura 9 - Procesos que interactúan en el clima urbano a meso escala y micro escala	66
Figura 10 - Torre inclinada de Pisa	68
Figura 11 - Índice de calor	71
Figura 12 - Vista de la Universidad Peruana Unión	80
Figura 13 – Ubicación del punto de monitoreo	135
Figura 14 – Medición de los datos geográficos con el GPS	135
Figura 15 – Medición de los datos geográficos con el GPS	136
Figura 16 – Medición de velocidad y dirección viento	136
Figura 17 - Excavación en el terreno	137
Figura 18 - Colocación de la estación metrológica en el soporte	138
Figura 19 - Configuración de la consola de la estación meteorológica	139
Figura 20 - Verificación después de las 12 h de consola	139
Figura 21 - Línea de tiempo para las variables de temperatura y humedad	89
Figura 22 - Número de obras en la Universidad Peruana Unión (nuevas construcciones, existentes y/o ampliaciones).	92

Figura 23 – Progreso de la temperatura de 13 h y 19 h en la temporada de verano entre los años d 1964 a 2014	97
Figura 24 - Progreso de la humedad de 13 h y 19 h en la temporada de verano entre los años d 1964 a 2014	98
Figura 25 - Progreso de la temperatura de 13 h y 19 h en la temporada de invierno entre los años d 1964 a 2014	99
Figura 26 - Progreso de la temperatura de 13 h y 19 h en la temporada de invierno entre los años d 1964 a 2014	100
Figura 27 - Progreso de la temperatura a las 13 h y a las 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de enero	101
Figura 28 - Progreso de la humedad las 13 h y a las 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de enero	102
Figura 29 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de febrero	103
Figura 30 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de febrero	104
Figura 31 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de marzo	106
Figura 32 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años 1964 a 2014, mes de marzo	107

Figura 33 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de junio	108
Figura 34 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de junio	109
Figura 35 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de julio	110
Figura 36 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 1990, mes de julio	111
Figura 37 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 1990, mes de agosto	112
Figura 38 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 1990, mes de agosto	113
Figura 39 - Informe de apertura del año electivo de 2014-I	145
Figura 40 - Informe de apertura del año electivo de 2014-I	146
Figura 41 - Flujograma de trabajo	148
Figura 42 - Izamiento de la bandera, 1965	150
Figura 43 - Vista panorámica del pabellón E, 2007	151
Figura 44 - Laboratorios de cómputo y las instalaciones de DIGESI	151
Figura 45 - Vista panorámica de los años 60', foto tomada desde una avioneta	152

Figura 46 - Edificio de las oficinas de la Facultad de Ciencias de la Salud y la Facultad Ciencias Empresariales	153
Figura 47 - Ceremonia de inauguración del primer piso de la biblioteca	153
Figura 48 - Edificación del primer piso de residencia de señoritas, 1992	154
Figura 49 - Panorámica del pabellón C y laboratorios de medicina, 1960	154
Figura 50 - El año de 1969 panorama del Colegio Unión, en Ñaña, visto desde el cerro Concacucho	155
Figura 51 - El mismo panorama de la figura 50, como luce en la actualidad Abril, 2009	155
Figura 52 - Vista de los primeros edificios, 1965	156
Figura 53 - Vista de Primeros edificios, 1965	156
Figura 54 - Antiguo internado, actualmente forma parte del sector B del internado	157
Figura 55 - Primer mapa de la CEAU, Actualmente Universidad Peruana Unión	158
Figura 56 - Pabellón C hasta su segundo piso	158
Figura 57 - Pabellón C y pabellón B, Actualmente el pabellón C cuenta con 3 pisos y el B con 4 pisos	159
Figura 58 - Pabellón C con su tercer piso, 2010	159
Figura 59 - Estudiantes de la UPeU en el pabellón C	160
Figura 60 - Pabellón C y A, 2009	160

Figura 61 - Vista panorámica desde el Sinaí	161
Figura 62 – Foto tomada la página de exalumnos de la UPeU I	162
Figura 63 - Foto tomada la página de exalumnos de la UPeU II	162
Figura 64 - Frente al bazar Unión	163
Figura 65 - Foto de la residencia de señoritas, 1980	163
Figura 66 - Foto del campus de la institución CEAU, 1992	164
Figura 67 - Antigua residencia de señoritas antes los años de, 1991	164
Figura 68 - Vista actual del pabellón C y los laboratorios de Medicina	165
Figura 69 - Construcción de la nueva librería	165
Figura 70 - Foto tomada la página de exalumnos de la UPeU III	166
Figura 71 - Foto tomada de la página de exalumnos de la UPeU IV	166
Figura 72 - Foto tomada desde la residencia de mujeres, 2011	167
Figura 73 - Foto tomada desde la residencia de mujeres, 2013	167
Figura 74 - Foto de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación, 2013	168
Figura 75 - Las Tunas, donde actualmente está la residencia de varones Sheraton	168
Figura 76 - Nuevas aulas para los talleres para la vida, 2014	169
Figura 77 - Campus de lo que es actualmente es la Universidad Peruana Unión	169

Figura 78 - Foto tomada en noviembre del, 2014	170
Figura 79 - Solicitud de datos estadísticos y planos de la universidad	172
Figura 80 - Reporte de obras ejecutadas en el campus de la UPeU, 2003-2015	173
Figura 81 - Reporte de obras ejecutadas en el campus de la UPeU, 2003-2015	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Lima Metropolitana: Crecimiento del área urbana	46
Tabla 2 - Superficie agrícola de Lima Metropolitana (Ha) (1972, 1994, 1997)	47
Tabla 3 - Planificación urbana y clima urbano, relaciones espaciales	58
Tabla 4 - Cantidad de materiales y equipos a utilizar	81
Tabla 5 - Criterios para la selección de puntos	85
Tabla 6 - Estación meteorológica	86
Tabla 7 – Coeficiente de determinación con regresión simple de las temporadas de verano e invierno, periodos de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014	95
Tabla 8 - Coeficiente de determinación con regresión múltiple en los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto, periodos de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014	96

ANEXOS

ANEXO 1 - Instalación de la estación meteorológica en el punto de monitoreo	133
ANEXO 2 - Mapa general de Universidad Peruana Unión	140
ANEXO 3 – Mapa topográfico de la Universidad Peruana Unión	142
ANEXO 4 - Informe de apertura del año electivo 2014	144
ANEXO 5 - Flujograma de trabajo	147
ANEXO 6 - Fotografías del desarrollo urbanístico de la UPeU desde 1960 a 2015	149
ANEXO 7 - Obras ejecutadas en el campus de la Universidad Peruana Unión	171
ANEXO 8 – Conformidad de servicio de Davis International Perú S.A.	175
ANEXO 9 - Reporte del servicio técnico de Davis International Perú S.A.	177
ANEXO 10 - Registro de GPS marca GARMIN	179

GLOSARIO

- Albedo: fracción o porcentaje de energía solar incidente que refleja una superficie en el espacio. Las diferentes superficies tienen diferentes valores de albedo.
- Anemómetro: instrumento utilizado para medir la velocidad del viento. Los dos tipos principales de anemómetros son los rotativos de cubeta y los de hélice.
- Balance térmico: se refiere al hecho de que cada año la Tierra y su atmósfera, en conjunto, descargan al espacio exterior tanta cantidad de energía como la que reciben. De otro modo, la temperatura promedio de la Tierra y su atmósfera cambiaría significativamente.
- Conducción: proceso mediante el cual el calor se transfiere a través de la materia sin que se produzca la transferencia de la materia misma.
- Constante solar: cantidad promedio de radiación recibida en un punto perpendicular a los rayos del sol, ubicado fuera de la atmósfera terrestre, en la distancia media entre la tierra y el sol.
- Flujo descendente aerodinámico: situación que ocurre cuando la pluma es arrastrada hacia abajo en un área de estela turbulenta creada cuando el aire se mueve sobre y alrededor de los edificios. Esto puede incrementar las concentraciones de contaminantes inmediatamente a sotavento de la fuente. (También denominado flujo descendente del edificio).

- Frente: límite entre dos masas de aire con diferentes características de humedad y temperatura.
- Fuerza de Coriolis: desviación aparente de aire que se observa desde la superficie de la Tierra, debido a la rotación de la Tierra sobre su eje. La fuerza de Coriolis causa una desviación del viento a la derecha en el hemisferio norte y a la izquierda en el hemisferio Sur. Es uno de los factores que determina la dirección del viento.
- Humedad: es el vapor de agua contenida en un volumen dada de aire y la que podría contener el mismo volumen si estuviese saturado a la misma temperatura.
- Isla de Calor: domo de aire cálido que se forma en área urbana debido a la presencia de edificios y superficies pavimentadas que continúan irradiando calor incluso después de la puesta del sol.
- Masa de aire: volumen de aire relativamente homogéneo con respecto a la temperatura y a la humedad, que adquiere las características de la región donde se forma y viaja.
- Meteorología: ciencia de la atmósfera.
- Precipitación húmeda: remoción de contaminantes particulados del aire mediante precipitación.
- Precipitación seca: remoción de contaminantes particulados del aire a través de la sedimentación gravitacional.

- Temperatura: medición del clima o calor que posee los cuerpos. En la meteorología se utiliza la escala Celsius (t grados) cuyo dos puntos fijos son, el punto de fusión del hielo (0 grados) y el punto de ebullición normal del agua (100 grados).
- Temperatura ambiental: temperatura que presenta el medio ambiente.
- Transparencia: calidad de la atmósfera que se refiere a la cantidad de radiación que penetra en la atmósfera y llega a la superficie terrestre sin ser agotada.
- Zonas de calma (horse latitudes): Nombre dado a las latitudes de 30° que data de la época en que los barcos viajaban al nuevo mundo y se encalmaban ahí, lo cual hacía que los alimentos y provisiones se volvieran escasos. De acuerdo con la leyenda, los tripulantes se comían a los caballos o éstos eran arrojados por la borda. A medida que el aire se hunde en esta región, el cielo se muestra despejado y los vientos superficiales son suaves y variables.
- Zona de convergencia intertropical (ZCIT): Frontera cerca del ecuador donde los vientos alisios del noreste convergen con los vientos alisios del sudeste.

RESUMEN

El cambio de uso del suelo conlleva a la configuración de zonas urbanas que se desarrollan con rapidez para dar cabida a demandas con fines residenciales, comerciales e institucionales. Estas circunstancias se dan para borrar una gran parte de las áreas con vegetación en las diferentes zonas. El objetivo del presente estudio es determinar el efecto del cambio de uso del suelo y su efecto sobre las variables climáticas de temperatura y humedad del ambiente en la localidad de la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima, Perú. Los objetivos específicos son recolectar datos históricos climáticos de la Universidad Peruana Unión (UPeU) desde 1964 en los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto hasta 2010; monitorear las variables climáticas de temperatura y humedad en el 2014. La metodología estadística utilizada fue la de regresión lineal simple y regresión lineal múltiple con los datos climáticos de 1964 a 2014 y su relación con el desarrollo urbano de la Universidad. El estudio demuestra la relación del cambio de uso del suelo agrícola a suelo urbano, afectado, de manera significativa, a las variables de temperatura y humedad; que conllevan a la disminución de las áreas verdes y el incremento de infraestructuras, el mismo que lleva a otro aspecto que es materia de diseño para el desarrollo urbano. Porque la temperatura comenzó a verse afectada apartir de los años de 1991 a 2014, ya que el año 1990 comienza el desarrollo urbanístico paulatinamente dentro de la UPeU, el cual se demostró a través del análisis estadístico que se realizó en dos temporadas (verano e invierno).

Palabras claves: Uso de suelo, desarrollo urbano, variables climáticas, temperatura y humedad.

ABSTRACT

The modern use of the land takes to the configuration of new urban zones which develops quickly to answer the residential, commercial and institutional demand. These circumstances are deforesting the green areas of the mentioned zones.

The objective of this study was to determine the effect of the change of use of the land and its effect over the climate variables such as temperature and humidity of the environment at the Universidad Peruana Unión, located at Ñaña, Lima, Perú. The specific objectives are recollecting historic weather data from the Universidad Peruana Unión (UPeU) since 1964 (during the months from January to August) until 2010; monitoring the climatic variables of temperature and humidity of 2014.

The used statistical methodology was simple linear regression and multiple linear regression with the climatic data from 1964 to 2014 and its relation with the urban development of the university.

The study had proven the relation of the change of use of the land from agricultural to urban had significantly affected the temperature and humidity variables, which takes to a decrease of green areas and increase of infrastructures. Because the temperature began to get affected from the 1991, since in the year 1990 the urban development started gradually inside the UPeU.

Key words: Use of the land, urban development, climatic variables, temperature and humidity

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Reconocidos autores, en el ámbito internacional, de la climatología urbana (Bridgman & Oliver, 2006); (Oke, 1987); (Santamouris, y otros, 2001); (Alcoforado & Matzarakis, 2010) señalan la importancia del estudio del clima urbano como condición indispensable para la formulación de políticas públicas en función de mejorar la habitabilidad de la ciudad, reducir los consumos energéticos, lograr las metas de reducción de emisiones, a fin de encausar el desarrollo urbano hacia un futuro más sustentable.

Se entiende por área agrícola periurbana a aquella franja en que se realizan actividades agropecuarias, pero cuya población está articulada de uno u otro modo a la ciudad. Se trata de un tema ubicado en el tránsito del campo a la ciudad, o de lo rural a lo urbano, que hace hincapié en el comportamiento de los agentes económicos y en la generación de mercados de tierras (Calderón, 1998).

La climatología urbana ha construido un importante cuerpo que ayuda a cerrar esta brecha entre clima y desarrollo urbano, buscando cómo el conocimiento científico del clima puede ayudar a planificar y diseñar los entornos urbanos de modo más informado y adecuadamente, es decir espacios con significación y calidad urbana acordes a las condiciones del clima local. La urbanización modifica el uso del suelo, y artificialmente las condiciones climáticas, a través del aumento de las temperaturas, la disminución de la humedad, del aire y de la velocidad del viento, todo lo cual favorece la consolidación de islas de calor (ICU) (Arnfield, 2003).

La zona de estudio se encuentra ubicada en Lima Metropolitana, limita por el norte, este y sur, con la región Lima Provincias, tiene un clima suave y fresco. Así mismo la ciudad de Lima se encuentra en el desierto costero del Perú, al este de la ciudad se ubica el distrito de Lurigancho-Chosica.

Los resultados del presente estudio servirán para la prevención y planificación de la construcción, el ordenamiento territorial, la conservación de ecosistemas, y contribuirá al cumplimiento del desarrollo sostenible de la institución.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Determinar el efecto producido por el cambio de uso del suelo sobre las variables climáticas de temperatura y humedad mediante el Statistical 7 en el campus de la Universidad Peruana Unión, Ñaña, Lima, Perú.

1.1.2. Objetivo Específico

- Recolectar datos históricos climáticos de la UPeU desde 1964 a 2010, en los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto.
- Monitorear las variables climáticas de temperatura y humedad, para su posterior análisis estadístico, y hacer extensivo los resultados posteriormente para que la UPeU cuente en forma permanente con una información actualizada.

Es importante resaltar que este trabajo dejará abierta otras líneas de investigación para múltiples pronósticos, evaluaciones de microclimas, uso de energías renovables mediante las variables climáticas y toma de decisiones como por ejemplo la toma de decisión en un estudio de riesgo de erosión del suelo del cerro “El Deseado”, y el uso adecuado del suelo para la urbanización de la universidad. En segundo lugar, permitirá agrupar las zonas similares con las que se identificarán las zonas climáticas de la universidad mediante el sistema de información geográfica; buscando cuidar la biodiversidad de la zona, la cual es un ambiente agradable, natural; elevando así la calidad de vida no solo de los habitantes directos de la zona, sino también de los estudiantes de la universidad.

CAPÍTULO II

REVISIÓN LITERARIA

2.1 Antecedentes

2.1.1. Impact of land Use Changes on the Surface Temperature Distribution of Area Surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam (Buyadi, Mohd, & Misni, 2013).

El estudio realizado por Buyadi et al. (2013) quien investigó los efectos de los cambios de uso de suelo en la temperatura de la superficie del Jardín Botánico Nacional, Shah Alam y las áreas circundantes. Sus objetivos específicos fueron generar mapas de cobertura del uso de la tierra en dos fechas diferentes, para generar mapas de temperatura de la superficie de la tierra (LST) y para que pueda investigar el impacto de los cambios de uso de la distribución de temperatura de la superficie en estudio. La metodología que se utilizó consistió en cuatro fases: 1) adquisición de datos, 2) procesamiento de datos, que incluye imágenes geo-referencia, subconjunto de bandas multiespectrales y térmicas infrarrojos; y clasificación de imágenes, 3) la recuperación de LST, y 4) análisis de datos. Para ese estudio se utilizó dos imágenes de satélite (Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM+) que fueron para generar los mapas de temperatura de la superficie terrestre. Los resultados que obtuvo (Buyadi et al., 2013) han demostrado que las temperaturas de la superficie terrestre de diferente uso

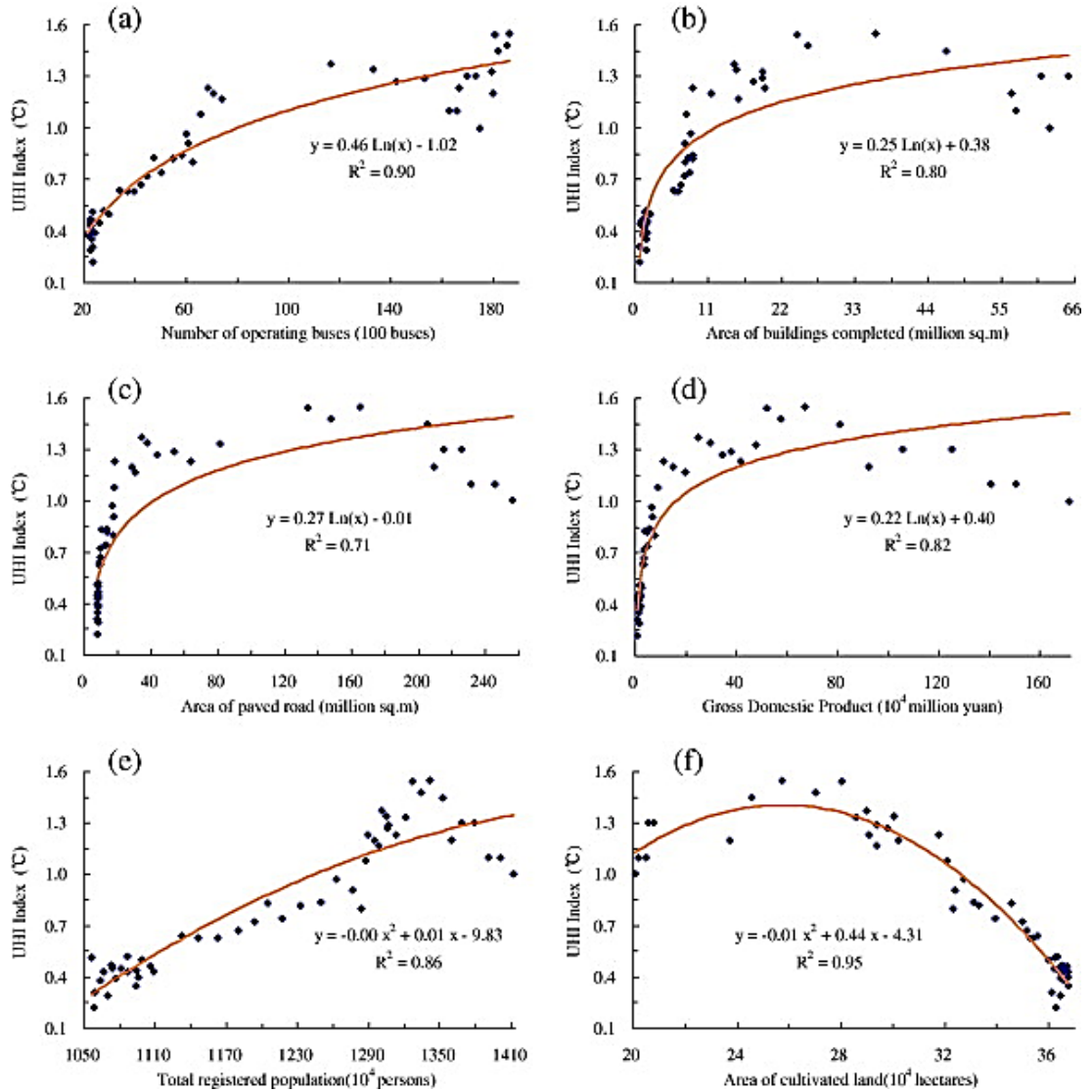
difieren significativamente, explicando así que el rápido crecimiento urbano disminuye significativamente las áreas de vegetación, por lo tanto, aumenta la temperatura de la superficie terrestre y modifica el microclima urbano.

2.1.2. Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China (Cui & Shi, 2012).

Cui & Shi (2012) analizan los procesos y las características de la urbanización en Shanghai, centrado en la población y el uso del suelo en la cubierta vegetal, el cambio y su correlación con la evolución de los indicadores climáticos y ecológicos sobre la base de los datos de uso de las tierras históricas, datos de la estación meteorológica, datos estadísticos sociales, los datos del índice de vegetación de diferencia normalizada y de la temperatura de la superficie terrestre. El método que emplearon consistió en considerar nueve distritos como zonas urbanas en el centro de la ciudad, y para analizar los efectos climáticos de urbanización en Shanghái, dos estaciones, Xujiahui y Chongming, fueron seleccionados como representantes, de una estación urbana y rural respectivamente, para analizar la diferencia del cambio temporal de la temperatura media anual, humedad relativa, velocidad del viento y los calurosos días anuales durante 1960 -2010. Se discutió la posible asociación entre la isla urbana de calor y los indicadores de urbanización, esa variación de la población indicó un aumento continuo de la población inscrita y un rápido aumento de la

población flotante que proviene principalmente de las provincias vecinas, en los últimos años. Con la rápida expansión urbana, una gran cantidad de tierras de cultivo han sido sustituidas por terrenos de construcción alrededor de las áreas urbanas y ciudades de Shanghai. La urbanización se correlacionó con el aumento de la temperatura del aire, los días de calor y la disminución de la humedad relativa, velocidad del viento y la vegetación en Shanghai. El crecimiento de calor en la isla urbana de Shanghai ha sido impulsado por el aumento continuo de los edificios, las carreteras pavimentadas, los autobuses, la población y el PIB, así como la disminución de la superficie cultivada, tal como se puede observar en la Figura 1, sobre la investigación de Cui & Shi (2012). El aumento de la superficie de tierra verde en las zonas urbanas, tiene en cierta medida mitigada en Shanghai dentro de los últimos años.

Figura 1 - Relación entre el índice de isla de calor urbano y algunos indicadores de Urbanización en Shanghai durante 1960 – 2010 (Cui & Shi, 2012).



2.1.3. Morfología urbana y clima urbano estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, Mediante la Aplicación del concepto de Cañón Urbano e Índices de Confort Térmico (Chicas, 2012).

Chicas, (2012) investigó una escala espacial en estrecha relación con la escala del ser humano y su ámbito atmosférico inmediato: El microclima urbano. La evidencia encontrada en esa investigación resalta los componentes morfológicos complejos presentes en el paisaje urbano de Santiago como resultado de procesos de urbanización descontrolado y con variadas densidades con efectos microclimáticos adversos como determinantes en la creación de fenómenos más complejos.

Chicas (2012) analizó componentes de un variado paisaje urbano como lo es el cañón urbano, y sus características climáticas y morfológicas que le permitieron analizar las importantes condiciones de los microclimas urbanos y su impacto en la habitabilidad del espacio público, metodológicamente utilizó conceptos de climatología urbana aplicada e indicadores tanto de morfología urbana y de confort térmico fisiológico. Por otra parte la planificación urbana, como disciplina encargada de la ordenación del espacio urbano y procurar espacios de calidad ambiental que resguarden y aumenten la calidad de vida, poco se ha hecho en general por integrar las variables climáticas preexistentes en los territorios y entender sus dinámicas complejas resultantes.

En este contexto, Chicas (2012) concluye que para lograr el desarrollo urbano más sustentable necesariamente se tiene que pasar a un conocimiento más detallado de las relaciones entre las variables de clima urbano y forma construida, de manera que las decisiones de planificación y gestión urbana-territorial para la adaptabilidad ante los riesgos y la consecuente mitigación de los procesos generadores del cambio climático sean basados sobre evidencias más precisa en el contexto local y trasciendan de la concepción lineal o planimetría de desarrollo urbano.

2.1.4. Study on the microclimatic characteristics and human confort of park plant communities in summer (Yan, Wang, Hao, & Dong, 2012).

Con la rápida urbanización en todo el mundo, la calidad del medio ambiente ha empeorado dramáticamente. Es un hecho sólido que la temperatura del aire urbano está aumentando gradualmente en todas las ciudades y se necesitan algunas medidas eficaces para mitigarlo. La plantación de vegetación es una de las principales estrategias para regular el microclima urbano y mitigar la isla de calor urbano (ICU). Yan, Wang, Hao, & Dong, (2012) investigaron el efecto de la comunidad de árboles, principalmente a través de la sombras, en la mejora de las condiciones micro climáticas de las zonas urbanas, en concreto en el caso de los Juegos Olímpicos de Beijing Forestal Park en Pekín, China.

Yan et al. (2012) analizó las características del microclima de las diferentes comunidades, y el índice de incomodidad (DI) que se introdujo para evaluar los efectos de las diferentes comunidades de árboles en grado cómodo del cuerpo humano. Los resultados mostraron que no existían diferencias significativas en la temperatura del aire, la humedad relativa y la intensidad de la luz entre las comunidades de árboles y el sitio de los espacios abiertos de control (CK). La conclusión de Yan et al. (2012) con este trabajo es proporcionar una información más básica y sólida en ayuda de la comprensión humana sobre el papel de las plantas en la mitigación de la isla de calor urbana, y específicamente, para ayudar a los esfuerzos para mejorar el medio ambiente de Beijing a través de una mejor planificación y la elección apropiada de las especies de plantas utilizadas para el diseño del paisaje, y por referencias de otras ciudades que también tienen características climáticas similares.

2.2 Marco legal

- **La constitución política del Perú – Art. 67 (29/11/1993)**

Artículo 67°.- El estado determina la política nacional del ambiente.

Promueve el uso sostenible de sus recursos.

- **Reglamento nacional de edificaciones**

Capítulo II, componentes estructurales, 2.3 información complementaria, Complementariamente a todo lo indicado, el profesional responsable (PR) podrá, si considera necesario, incluir en

su proyecto información adicional referente al clima, geología, geomorfología, fotografías aéreas, etc.

- **Ley orgánica de municipalidades**

Numeral 1.2 del inciso 1, del artículo 161°, de la Ley orgánica de municipalidades. Le corresponde a la Municipalidad Metropolitana de Lima, en materia de planificación, desarrollo urbano y vivienda, controlar el uso del suelo y determinar las zonas de expansión urbana e identificar y adjuntar los terrenos fiscales, urbanos, eriazos y ribereños de su propiedad con fines urbanos.

- **Reglamento de acondicionamiento territorial y desarrollo urbano**

Capítulo II – Del Plan de Acondicionamiento Territorial. Art. 4 (D.S- 004-2011 VIVIENDA).

4.3 El Plan de acondicionamiento territorial constituye el componente físico–espacial del Plan provincial de desarrollo concentrado, establecido:

4.3.4 La política general de uso y ocupación sostenible del suelo provincial.

4.3.8 La identificación de las áreas de protección ambiental, ecológica y áreas de riesgo para la seguridad física afectadas por fenómenos de origen natural o generado por el hombre, así como la determinación de las medidas especiales de protección, conservación, prevención y reducción de impactos negativos.

2.3 Conceptos relevantes de la climatología urbana

Reconocidos autores en el ámbito internacional de la climatología urbana Bridgman & Oliver, (2006); Oke (1987); Santamouris y otros, (2001); Alcoforado & Matzarakis (2010) señalan la importancia del estudio del clima urbano como condición indispensable para la formulación de políticas públicas en función de mejorar la habitabilidad de la ciudad, reducir los consumos energéticos, lograr las metas de reducción de emisiones, con el fin de lograr encausar el desarrollo urbano hacia un futuro más sustentable.

El carácter multidisciplinario y transversal de la climatología urbana lo hace muy importante para los diferentes estudios, como el diseño arquitectónico y el urbanismo bioclimático para el diseño de entornos urbanos que permitan el máximo nivel de confortabilidad aprovechando las condiciones naturales preexistentes, así mismo, permiten analizar las necesidades de calefacción y refrigeración por barrios para conocer el gasto energético de las implicancias económicas y ambientales. Así mismo la climatología urbana parte del reconocimiento que la ciudad está compuesta por diferentes piezas climáticas como en un mosaico, lo que implica condiciones de confort muy diferentes de una a otra zona y que difieren del área regional en general donde se asienta la ciudad (Alcoforado & Matzarakis, 2010).

2.4 Usos de Suelos

La expansión urbana es uno de los hechos que ha influido de manera decisiva en los cambios de usos del suelo registrados en las últimas décadas en todo el mundo. Si

bien las zonas urbanas ocupan hoy día tan sólo el 2% de la superficie de la tierra, sus efectos en la alteración del medio son importantísimos a escala local, regional y global. Ante este panorama, la descripción y análisis de esos cambios y sus consecuencias son claves para proponer estrategias de desarrollo territorial orientadas a mantener y proteger el territorio, los distintos ecosistemas que sobre él se desarrollan, así como para preservar la calidad de vida de la población que sobre él habita (Plata, Gómez, & Bosque, 2009).

Los criterios para la definición de usos de suelo, son los que se enfocan bajo el control de conflictos funcionales y control de degradación de sectores, en cuanto a calidad ambiental, entorno seguro, modernización de servicios públicos, calidad espacial, integración con otras actividades, demandas de bienes y servicios, complejidad tecnológica, movilidad, revitalización de sectores, dinamización social y económica. Todo lo mencionado está orientado a lograr una mezcla de usos y de actividades económicas con la vivienda con mayor intensidad y diversidad de usos (Alcaldía de Medellín, 2006).

Los suelos están determinados por las condiciones del clima, la topografía y la vegetación. Cuando varían estas determinantes, los suelos experimentan cambios. En general, los suelos son aptos para el desarrollo urbano, excepto de los siguientes: los expansivos, los dispersivos, los colapsables y los corrosivos. En términos generales, los suelos (que se encuentran en los valles) son frecuentemente más fértiles, pero tienen poca resistencia al peso, y debido a la cantidad de agua que retienen pueden dañar las construcciones; en tanto que los suelos inorgánicos tipo

tepetates (que se encuentran en colinas y laderas) son más aptos para la construcción (Bazant, 2007)

2.5 Cambios climáticos globales

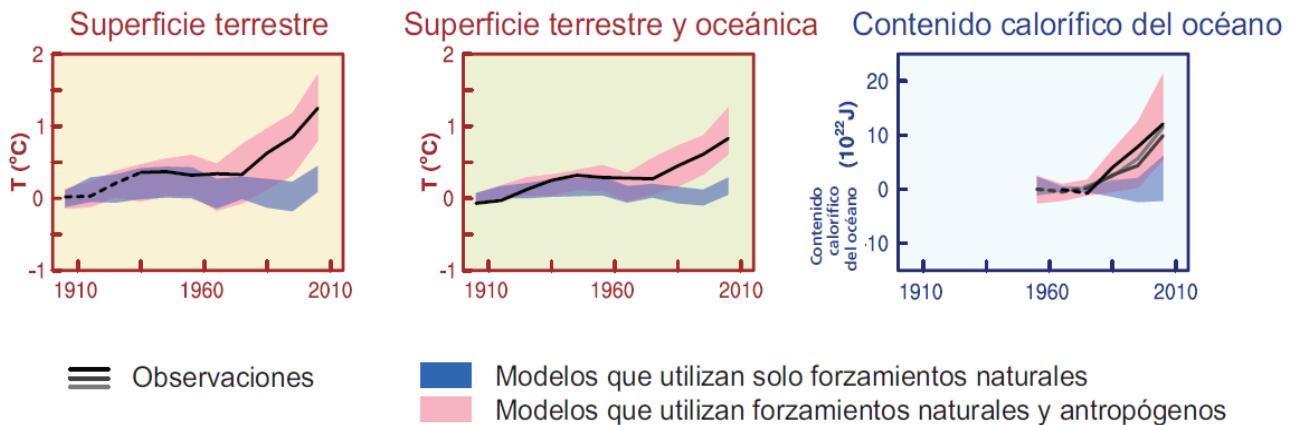
La variabilidad a escalas de tiempo de entre algunos años y algunas décadas suele denominarse variabilidad climática, esto sucede cuando la escala de la variabilidad es de más de algunas décadas suele emplearse el término cambio climático. Los cambios en la cantidad atmosférica de gases de efecto invernadero y aerosoles, como también en radiación solar y propiedades de la superficie terrestre, alteran el balance energético del sistema climático. Estos cambios se expresan normalmente en términos de forzamientos radiativos, los cuales son usados para comparar cómo un rango específico de factores naturales y humanos influye en el calentamiento o enfriamiento del clima global (Oglesby & Rowe, 2010).

Los modelos meteorológicos y climáticos se utilizan para pronosticar el tiempo a corto plazo y estudiar de qué forma reacciona el sistema climático a distintos cambios, o forzamientos. Los modelos climáticos mundiales no pueden reproducir el calentamiento observado recientemente sin incluir forzamientos antropogénicos (sobre todo, emisiones de gases de efecto invernadero), los resultados a escala mundial son útiles para describir las características generales y las tendencias a gran escala del cambio climático, pero no son muy robustos a escala local o regional (generalmente entre 10 km y 20 km), para lo que se requieren modelos climáticos regionales. El método mediante el cual dichos modelos a escala

mundial son regionalizados se conoce como “downscaling” (Oglesby & Rowe, 2010).

Las simulaciones de modelos climáticos a largo plazo muestran una tendencia en la temperatura media global en superficie, entre 1951 y 2012, que coincide con la tendencia observada (nivel de confianza muy alto). Sin embargo, existen diferencias entre las tendencias de las simulaciones y las observadas a lo largo de períodos cortos de 10 a 15 años (ver Figura 2), (IPCC, 2013).

Figura 2 - Promedios globales (IPCC, 2013).

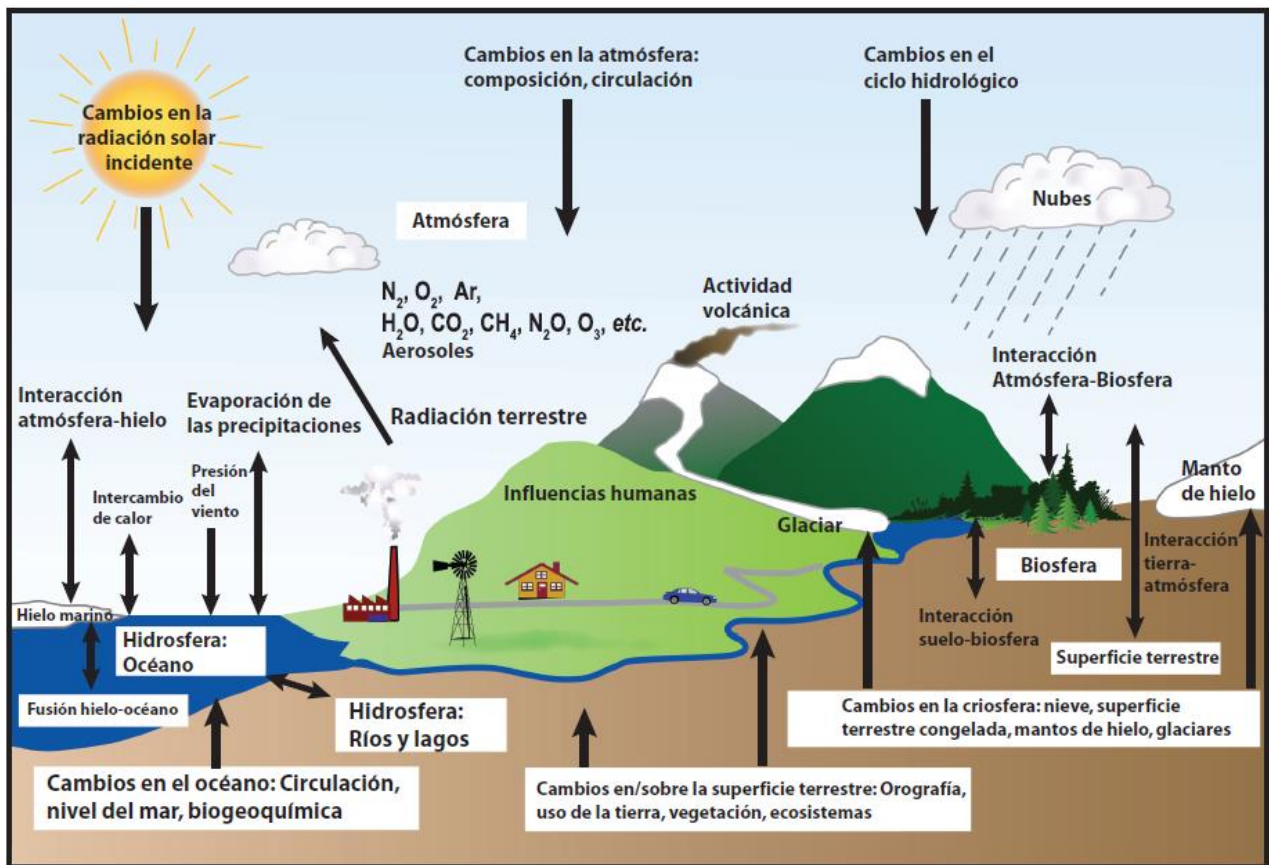


La escala regional, la confianza en la capacidad de los modelos para simular la temperatura en superficie es menor que a escalas mayores. Sin embargo, existe un nivel de confianza alto en cuanto a que la temperatura a escala regional se simula mejor que cuando se elaboró el cuarto informe de evaluación del Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC, 2013).

Los componentes del sistema climático inciden en el clima regional y mundial de varias maneras diferentes: a) influyen en la composición de la atmósfera de la

tierra, por lo que modulan la absorción y transmisión de la energía solar y la emisión de energía infrarroja que se devuelve al espacio; b) alteran las propiedades de la superficie y la cantidad y naturaleza de la nubosidad, lo que repercute sobre el clima a nivel regional y mundial; y c) distribuyen el calor horizontal y verticalmente, desde una región hacia otra mediante los movimientos atmosféricos y las corrientes oceánicas. En la Figura 3, se muestra los componentes del sistema climático (IPCC, 1997).

Figura 3 - Componentes del sistema climático mundial de los cambios climáticos a escala temporal de siglo, sus procesos e interacciones (IPCC, 2007).



2.6 Descripción de los patrones climáticos de América del Sur

La circulación atmosférica y el clima en el Pacífico Suroriental están controlados por la presencia de un sistema semipermanente de alta presión sobre el océano, cuyo núcleo se ubica frente a las costas del sur del Perú y el norte de Chile (Saavedra, 2011).

La cordillera de los andes representa un obstáculo formidable para la circulación atmosférica en la tropósfera, actuando como una barrera climática y obstaculizando el paso de la humedad, permitiendo la existencia de condiciones secas al oeste y húmedas al este en altitudes medias. En las costas orientales de América del Sur, debido a su relieve menos accidentado las masas de aire húmedas no presentan dificultad de penetración por lo cual las precipitaciones son mayores. Otro factor importante para la comprensión de los tipos climáticos son las corrientes marinas cálidas y frías responsables de mayor o menor índices de humedad y de temperatura de las masas de aire (Saavedra, 2011).

Los vientos húmedos del Pacífico al pasar por la corriente fría de Humboldt, sufren una condensación por enfriamiento y precipitan en el océano determinando desiertos costeros, a lo largo de las costas de Perú y Chile. Las corrientes cálidas contribuyen a aumentar el índice de precipitaciones y la temperatura de las zonas costeras, como la corriente de Brasil y de las ecuatoriales (Saavedra, 2011).

2.7 Investigación sobre cambios climáticos realizados por el Perú

El Perú forma parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), desde que el Congreso de la República ratificó en 1993 sus principios. Ese mismo año, se creó la Comisión Nacional de Cambio Climático (CNCCC) presidida por el CONAM (ahora MINAM) por R.S N°359-96-RE. La CNCCC tiene como funciones: coordinar la implementación de la CMNUCC y el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono; realizar el seguimiento de los diversos sectores públicos y privados en la aplicación de la CMNUCC; así como el diseño y seguimiento de la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) (MINAM, 2012).

Comúnmente, al expresarnos sobre cambios en las variables meteorológicas en un día o semana, utilizamos erróneamente la palabra “clima”. Este tipo de errores influyen en nuestra percepción, como sucedió en Lima en el verano e invierno del presente año cuando se generaron fuertes precipitaciones (inusuales para los limeños) que fueron explicadas por ellos como un cambio del clima como consecuencia del cambio climático. Por ello la importancia de definir “tiempo” y “clima” (Amat y León, 2008).

Por otro lado, el clima en su definición más simple se entiende como el “patrón medio del tiempo a largo plazo” (Smith & Smith, 2001). Algunos autores amplían esta definición señalando la condición de lugar, definiendo al clima como el conjunto medio o promedio fluctuante de las condiciones atmosféricas (temperatura, humedad, viento, entre otros) caracterizado por los estados y

evolución del tiempo en un lugar o región determinada, durante un período de tiempo parcialmente largo (meses, años, siglos) (Montealegre, 2004).

2.8 Circulación general atmosférica

La circulación general se define como el sistema de vientos y presiones a escalas planetarias como consecuencia de la radiación solar recibida, al efecto de la rotación terrestre y al efecto de la continentalidad. La circulación atmosférica es factor fundamental en la formación de las precipitaciones y en las características climáticas. El conocimiento que se tiene del esquema general de circulación proviene de la observación y de estudios teóricos en dinámica de fluidos que se han venido desarrollando desde el siglo XVII hasta la actualidad. Los primeros resultados de estos estudios determinan una forma de llevar a cabo la transferencia de calor desde el Ecuador hasta los polos, que consistió en una única célula de circulación que sube desde los trópicos hacia los polos y desciende desde los polos hacia el Ecuador en la superficie (Lavado, 2010).

2.9 Clima

Es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región y cuya acción en el desarrollo del suelo y de la vegetación es primordial. Para caracterizar los climas se han utilizado normalmente la temperatura y la precipitación, utilizando medias anuales y/o mensuales según la escala de tiempo en que se

trabaje. La clasificación del clima es compleja y similar a la de los suelos y la vegetación (Piarfon, 2004) .

Las condiciones atmosféricas varían continuamente. En un plazo prolongado se hacen cada vez más pequeñas estas variaciones, de forma que si comparamos un año con los siguientes encontraremos que la temperatura media del aire o la pluviosidad media son bastantes similares., esta pauta a largo plazo es el clima. Entre los factores astronómicos del clima deben mencionarse los movimientos de la tierra y la latitud del lugar; entre los geográficos, la continentalidad u oceanidad, barreras orográficas, altitud, proximidad del mar, corrientes marinas, topografía, etc., y entre los meteorológicos, la distribución de los centros semipermanentes de presión atmosférica, los vientos y las grandes perturbaciones atmosféricas. Entre los elementos del clima que son de importancia directa en la adaptación animal al calor y al frío se encuentran: temperatura, ambiente, humedad atmosférica, radiación solar y movimiento del aire. Existen también factores indirectos tales como pluviosidad, luz, nubosidad y presión atmosférica (Bavera & Béguet , 2003).

2.10 Fenómeno del niño

El Fenómeno del Niño, también llamado ENSO ("El Niño Southern Oscillation"), es un cambio en el sistema océano-atmósfera que ocurre en el Océano Pacífico ecuatorial, que contribuye a cambios significativos del clima, y que concluye abarcando a la totalidad del planeta. Se conoce con el nombre de "El Niño", no solamente a la aparición de corrientes oceánicas cálidas en las costa de América, sino a la alteración del sistema global océano-atmósfera que se origina en el

Océano Pacífico Ecuatorial (es decir, en una franja oceánica cercana al Ecuador), generalmente durante un periodo comprendido entre diciembre y marzo (SENAMHI, 2008). Se puede observar el registro de los eventos de “El Niño”, en la Figura 4.

Figura 4 – Históricos episodios de EL NIÑO, (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2015).

EVENTOS DEL FENÓMENO DE EL NIÑO

Julio a diciembre de 1951

Febrero de 1953-Febrero de 1954

Abril de 1957-Junio de 1958

Julio de 1963-Febrero de 1964

Junio de 1965-Abril de 1966

Noviembre de 1968-Mayo de 1969

Setiembre de 1969-Enero de 1970

Junio de 1972-Febrero de 1973

Octubre de 1976-Enero de 1977

Setiembre de 1977-Enero de 1978

Mayo de 1982-Junio de 1983

Setiembre de 1986-Enero de 1988

Mayo de 1991-Junio de 1992

Mayo de 1994-Abril de 1995

Mayo de 1997-Mayo de 1998

Mayo de 2002-Marzo de 2003

Julio de 2004-Enero de 2005

Agosto de 2006-Enero de 2007

Junio de 2009-Abril de 2010

2.11 Diferencia entre tiempo y clima

Recopilar observaciones del tiempo, explicar el comportamiento de la atmósfera y pronosticar el viento y la lluvia son prácticas muy antiguas. Así, ya en el libro del

(Génesis. 7) se narra un suceso meteorológico que se ha convertido en el más famoso de la cultura occidental: el Diluvio universal (Lezaun, 2002).

Según Oglesby & Rowe (2010) el tiempo es el estado fluctuante de la atmósfera que nos rodea y el clima es la descripción estadística del tiempo. El tiempo y el clima son dos conceptos distintos que muchas veces se confunden y ese error se ve reflejado, en ocasiones, incluso en los medios de comunicación. Resumiendo, mientras el tiempo, como se acaba de expresar viene reflejándose por las características meteorológicas en un instante, y en consecuencia es algo puntual, el clima representa la media de esas características en un determinado lugar al cabo de un periodo largo que puede ser de años, décadas. Con ello decimos que un cambio climático sería, por ejemplo, una glaciación (Maldonado, 2012).

2.12 El sistema climático

El sistema climático se define como un sistema complejo e interactivo compuesto por la atmósfera, superficie terrestre, hielo y nieve, océanos, otros cuerpos de agua y elementos vivos. Obviamente, el componente atmosférico del sistema caracteriza al clima; a menudo el clima se define como “estado promedio del tiempo”; por lo general, el clima se describe en términos de valores medios y de variabilidad de temperatura, precipitación y viento, que pueden abarcar desde meses hasta millones de años el periodo de promediación habitual es de 30 años. El clima evoluciona con el paso del tiempo influido por su propia dinámica interna y debido a factores externos que lo afectan (IPCC, 2007).

El sistema climático fue definido después de largas deliberaciones en el año 1975 durante el Programa Global de Investigación de la Atmósfera (GARP) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) de la siguiente forma: Sistemas compuestos por los subsistemas siguientes: atmósfera, superficie total de la tierra, biósfera, hidrósfera y criósfera (Ledesma, 2011).

La tierra no es una esfera lisa perfecta sino que presenta irregularidades orográficas e hidrográficas que modifican el clima de unos lugares a otros. La litósfera ha sido incorporada a los últimos modelos espectrales de la circulación general donde la atmósfera no está representada por los puntos de una red sino por ondas, basándose en el teorema de Fourier, según el cual cualquier función periódica puede ser representada como una suma de ondas de seno y coseno, lo que significa que la variación de cualquier cantidad alrededor de una zona latitudinal necesariamente es periódica y por ello puede representarse como una serie de ondas (Ledesma, 2011).

2.13 Cambio climático en América Latina y su relación con el cambio de uso de los suelos

El cambio climático representa uno de los mayores desafíos que deberá enfrentar la humanidad durante este siglo. Con diferencias entre países, los impactos del cambio climático en América Latina son significativos; en especial en el sector agrícola, en la salud de la población, en la disponibilidad de agua, en el turismo, en la

infraestructura urbana, en la biodiversidad y los ecosistemas, entre otros (Magrin , y otros, 2007).

El cambio de uso de los suelos es un problema ambiental que va en aumento y que cada vez afecta a más personas alrededor del mundo. Se estima que cerca del 20% de la superficie terrestre, excluyendo las zonas hiper áridas, presenta procesos de degradación de suelo (Oldeman, Hakkeling, & Sombroek, 1991). Entre las principales causas está, principalmente, el aprovechamiento insostenible del recurso suelo en gran parte debido a las actividades humanas como la agricultura y la deforestación (Görlach, Landgrebe-Trimkunaite, & Interwies, 2004) lo que deriva en diferentes tipos de degradación, como la erosión hídrica, eólica, química y física. El problema es aún más pronunciado en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas donde la recurrencia de eventos climáticos extremos y la intervención humana han acelerado el proceso de degradación. Estas regiones representan más del 40% de la superficie total de la tierra y albergan cerca del 38% de la población mundial (2.6 billones de personas) que de alguna manera se encuentran afectadas por los procesos de degradación (Dobie, 2001).

A su vez, en Bolivia, Chile, Ecuador y Perú se estima que entre un 27% y un 43% del territorio sufre problemas de desertificación, lo que afecta a una parte muy importante de su población. El caso más grave es el de Bolivia, donde seis millones de personas; es decir, el 77% de la población del país, viven en áreas afectadas. Asimismo, la llanura costera del Perú ha sufrido los efectos negativos de la salinidad y de las inundaciones.

2.14 Lima y la ocupación de sus tierras agrícolas

Se entiende por área agrícola periurbana a aquella franja en que se realizan actividades agropecuarias pero cuya población está articulada de uno u otro modo a la ciudad. Se trata de un tema ubicado en el tránsito del campo a la ciudad, o de lo rural a lo urbano, que hace hincapié en el comportamiento de los agentes económicos y en la generación de mercados de tierras (Calderón, 1998).

Dentro del plan de desarrollo metropolitano de Lima-Callao 1990–2010 se diagnosticó que para 1992, la población de la metrópoli estimaba en 6.7 millones de habitantes y la extensión ocupada sería 60,000 hectáreas, cuando para 1988 se tenía 6'053,900 habitantes, lo que representaba un tercio de la población total del país y su extensión era de 54,000 hectáreas con un patrón de asentamiento físico extensivo de baja densidad (112 Ha/ Ha), que consume mucha área, encareciendo los costos de urbanización y transporte.

El crecimiento de las áreas periféricas (áreas norte, sur y este) producido a partir de un “modelo informal” de ocupación del suelo es dinámico. En estas áreas han surgido ciertas actividades económicas propias (comercio informal, pequeña industria, etc.) que tienden a retener parte de la fuerza laboral que no encuentra

colocación en el sector formal de la economía. Existe por lo tanto, una vocación y tendencia de las áreas periféricas de la metrópoli a disminuir su condición de ciudades dormitorio, lo que deberá promoverse y consolidarse.

Es un hecho que Lima ha crecido, en gran parte sobre su área agrícola circundante, y en menor medida, sobre sus tierras eriazas. En cincuenta y tres años (1940-1993), la población se multiplicó por 10,4 veces (de 614,354 a 6'434,423 habitantes), y la superficie ocupada pasó de 27,257 a 66,452 hectáreas. El que la ciudad haya tenido un patrón de crecimiento extensivo, de baja densidad y horizontal (la densidad urbana decreció en 13% entre 1940 y 1993, al pasar de 10,192 a 9,512 hab/km²), ha dejado menos áreas planas agrícolas por ocupar. En general, en Lima la disposición de tierra para uso urbano y agrícola ha invertido sus proporciones, pues entre 1910 y 1995 la cobertura de la primera se elevó de 12 a 507 km², y la segunda bajo de 600 a 105 km² (ver Tabla 1). Disgregando la información en Lima Este, geográficamente ubicada en la cuenca del río Rímac, entre 1972 y 1997 se pasó de 7,935 a 2,177.3 hectáreas, con una reducción absoluta de 5,757.7 hectáreas y una disminución porcentual de - 72.5%, siendo la zona que observa una mayor merma (ver Tabla 2) (Calderón, 1998).

Tabla 1 - Lima Metropolitana: Crecimiento del área urbana

Año	Área Urbana (km²)	Área Agrícola (km²)
1910	12	600
1940	42	570

1955	80	532
1985	375	237
1995	507	105

Fuente - Calderón, 1998.

Tabla 2 - Superficie agrícola de Lima metropolitana (Ha) (1972, 1994, 1997).

Lima Este	1972	1994	1997
Ate	2350	581	474
La Molina	816	95	95
Lurigancho	3242	2042	1608
San Juan de L.	723	6	0,3
Chaclacayo	86	0,2	0
El Agustino	718	0	0

(Calderón, 1998).

La urbanización es una de las más poderosas y visibles fuerzas antropogénicas en la tierra (Cui & Shi, Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China, 2012). Desde la segunda mitad del siglo XX, el mundo ha experimentado su mayor tasa de urbanización, especialmente en los países en desarrollo (Chadchan & Shankar, 2009). En 1957, el 30% de la población mundial vivía en zonas urbanas, en 2008, alcanzó el 50% y se estima que el 70% se proyecta a vivir en las ciudades para 2050 (United Nations, 2007). Hoy en día hay más de 400 ciudades en el mundo con una población de más de 1 millón (Nations, 2007) y en

el futuro previsible, prácticamente todo el crecimiento de la población mundial será absorbido por las áreas urbanas de las regiones menos desarrolladas, cuya población se proyecta aumentará de 2,4 mil millones, de 2.007 a 5.3 millones (United Nations, 2007). Por lo tanto, la urbanización ha desempeñado un papel importante en el desarrollo y la modernización de los países subdesarrollados y en desarrollo, y se ha prestado cada vez más atención a las ciudades y la urbanización de los científicos y los responsables políticos en los últimos decenios Hope (1986); Zhang & Song (2003) y Siciliano (2012).

Esta rápida urbanización ha tenido un aceleramiento en gran medida del desarrollo económico y social, y de las ciudades globales que son los motores del crecimiento y centros de innovación para la economía global y las zonas de influencia de sus respectivas naciones (Sherbinin, Schiller, & Pulsipher, 2007), pero la urbanización también ha creado numerosos problemas ambientales que van desde la escala local a la global (Kim & Baik, 2005; Zhao, y otros, 2006), incluyendo el aumento de la contaminación atmosférica y del agua y la disminución de suministro de agua (Liu & Diamond, 2005; Shao, Tang, Zhang, & Li, 2006), locales, alteración del clima y el aumento de la demanda de energía (Zhou, y otros, 2014; Gonzáles, y otros, 2005) de las instalaciones, la vivienda y el saneamiento insuficiente y la congestión del tráfico (Jago-on, y otros, 2009) y una importante reducción en la producción de la vegetación natural y almacenamiento de carbono/secuestro (Yuan, 2008). Por lo tanto, la identificación y evaluación de impactos ambientales como resultado de la urbanización moderna se han convertido en una prioridad y

muchos estudios recientes se han realizado con el objetivo de comprender mejor los impactos y los problemas relacionados con la urbanización (Foster, 2001; Chen, 2007; Li & Yao, 2009; Martínez-Zarzoso & Maruotti, 2011).

La expansión de las ciudades para dar cabida a la creciente población tiene efectos globales, regionales y locales sobre el tiempo y el clima a causa de los cambios del uso del suelo y la cubierta vegetal (LULC) y efectos que acompañan a los procesos físicos que rigen la energía, el momento, y la materia de intercambio entre la superficie terrestre y la atmósfera (Cotton & Pielke, 2007; Zhang, y otros, 2009). La urbanización impacta significativamente en las temperaturas del aire cerca de la superficie regional y campos de viento, que influyen en la calidad del aire, posteriormente, la comodidad y la salud humanas (Grossman-Clarke, Zehnder, Loridan, Grimmond, & Sue, 2010).

La urbanización siendo una de las visibles fuerzas antropogénicas de la tierra, con la rápida urbanización y el desarrollo económico. Un ejemplo de esto es Shanghai ha experimentado un cambio significativo en la población, el uso del suelo y la cubierta vegetal (LULC) y otros indicadores socioeconómicos. Hasta 2010 hay 14'120,000 poblaciones registradas y otras 8'980,000 poblaciones flotantes, y la densidad de población es de 3,632 hab/km² en Shanghai. La rápida expansión urbana ha dado lugar a una gran cantidad de tierras cultivadas están reemplazados por tierras de construcción. Durante 1980-2008, la tierra cultivada tiene una disminución neta de 28.6%, y la tierra urbanizable se ha incrementado un 221,5%. La urbanización en Shanghai también ha demostrado en el cambio de

otros indicadores. El área de la carretera pavimentada ha aumentado con una tasa de 152'800,000 m²/década y el área total de edificios ha aumentado con una tasa de 433'300,000 m²/década durante 1992-2010 (Cui & Shi, China, 2012).

Las áreas urbanas tienen una mayor temperatura del aire, más días de calor, la humedad y el viento de baja velocidad relativa de las zonas rurales en un 1.3 °C, 16.3 días, 5.0% y 1.6 m/s, respectivamente, durante 2001 a 2010. El patrón espacial de la temperatura de la superficie terrestre (LST) es generalmente consistente con los tipos de uso del suelo en Shanghai. (Cui & Shi, China, 2012).

Las áreas urbanas se desarrollan con rapidez para dar cabida a la demanda de uso residencial, comercial e institucional. Estas circunstancias inician para borrar la mayor parte de las áreas con vegetación en la ciudad. Los resultados obtenidos han demostrado que la temperatura de la superficie terrestre (LST) de diferente uso de la tierra difieren significativamente. Esto demuestra que el rápido crecimiento urbano disminuye significativamente las áreas de vegetación, dando como resultado, el aumento de la temperatura de la superficie y modificación del microclima urbano (Buyadi , Mohd, & Misni, 2013).

Determinación del tipo de actividades que se pueden realizar en las edificaciones que se ejecuten en cada lote según la zonificación asignada a los terrenos urbanos, de acuerdo a su vocación y en función de las necesidades de los habitantes de una ciudad. Puede ser residencial, comercial, industrial o de servicios. La teoría del uso de la tierra se ha ampliado para hacer frente a la dinámica del crecimiento urbano y la decadencia. Esta extensión no tiene implicaciones fundamentales. En primer

lugar, los determinantes de la estructura espacial urbana varían entre los modelos estáticos y dinámicos (Zhuang & Zhao, 2014).

2.15 Impacto de la urbanización en el clima

En general, las áreas urbanas modifican diferentes aspectos del clima en comparación con sus alrededores rurales, modificando importantes variables como la insolación y temperatura del aire hasta la humedad, precipitación, viento y calidad del aire, entre otros. Según Oke (1987) estas condiciones son el mejor ejemplo documentado de los cambios producidos por el hombre sobre el clima. Estas modificaciones producen impactos inadvertidos sobre el confort, la salud y seguridad de los ciudadanos y tiene un impacto sobre las economías individuales.

Al mismo tiempo las ciudades producen importantes beneficios proporcionando refugio, empleo, servicios, desarrollo tecnológico, educación, interacciones sociales y culturales, y crean ingreso; condiciones que en suma, son esenciales para los estilos de vida y bienestar humano, por lo que su planificación y diseño constituye un desafío creciente. En la actualidad existe poca conciencia del clima en la planificación de la ciudad, debido en parte al poco desarrollo y difusión de métodos de diseño en la planificación integrales que tomen en cuenta la relación ciudad-planificación-clima, hasta la planificación regional, en la búsqueda de mejorar las condiciones ambientales de la población en áreas urbanas y reducir los riesgos derivados de dichos efectos inadvertidos sobre el clima (Alcoforado & Matzarakis, 2010; Bridgman & Oliver, 2006; Mills, y otros, 2010).

La climatología urbana ha construido un importante cuerpo que ayuda a cerrar esta brecha entre clima y desarrollo urbano, buscando como el conocimiento científico del clima puede ayudar a planificar y diseñar los entornos urbanos más informadamente, espacios con significación y calidad urbana acordes a las condiciones del clima local.

2.16 Microclima urbano

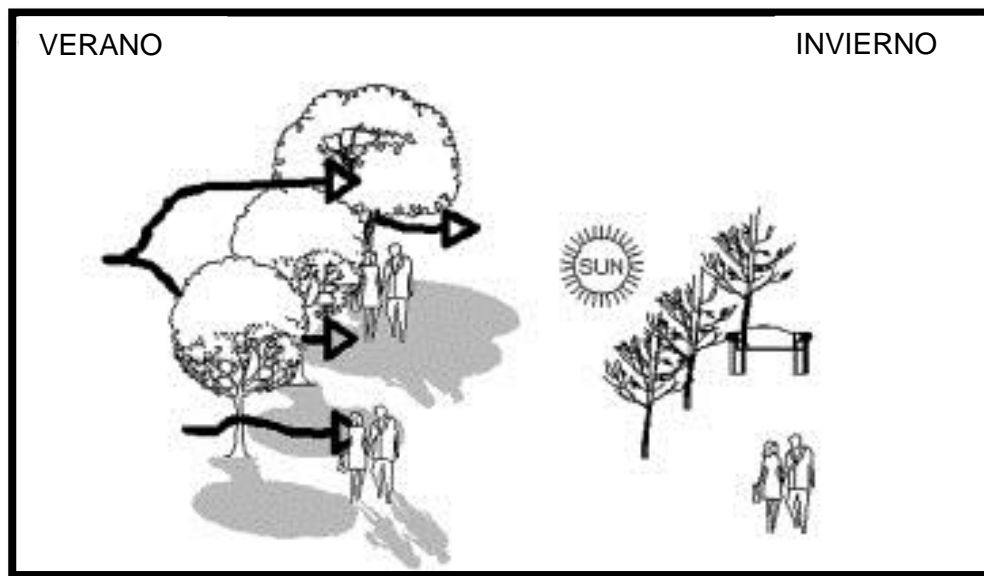
Las aglomeraciones de centros urbanos generan las denominadas islas calientes. Este fenómeno es favorecido por la energía emitida por los edificios generando un aumento de la temperatura ambiental local (Reyes, 2013). Los espacios urbanos al aire libre tienen importancia ambiental excepcional en cuanto a su contribución a la reducción de los diversos tipos de contaminación y para la mejora de las condiciones microclimáticas. Por otra parte, los espacios abiertos urbanos hacen contribuciones positivas para la salud humana y el bienestar y que conducirá a una importante contribución para el confort térmico humano en espacios exteriores (Georgi & Dimitriou, 2010). Según Akbari & Taha (1992) los factores que afectan el confort térmico son (1) la radiación solar; (2) la temperatura de las superficies exteriores; (3) la temperatura del aire; (4) la humedad del aire; y (5) la velocidad del viento. Los atributos indeseables de estos factores son moderados y contrarrestados por la presencia de espacios verdes. Formas prácticas para enfriar las zonas urbanas incluyen el uso de superficies reflectantes (tejados y aceras) y la plantación de vegetación urbana.

Cuando se considera el entorno urbano que es necesario tener una definición explícita y precisa de la importancia de confort térmico. De acuerdo con el enfoque fisiológico (Georgi & Dimitriou, 2010) el confort térmico se define como una situación en la que el cerebro expresa satisfacción con el entorno térmico. Porque la "satisfacción" tiende a ser de naturaleza subjetiva, esta definición refleja una amplia gama de niveles individuales de confort. Sin embargo, los factores fisiológicos son importantes, especialmente en el medio ambiente al aire libre.

Los árboles y los espacios verdes tienen múltiples usos y su presencia en el exterior es un factor importante para el ahorro de energía en el interior de los edificios, así como a la mejora del microclima en los espacios urbanos adyacentes a los edificios y en las sub-áreas urbanas (Figura 2), el sombreado se puede lograr con los árboles, con la ventaja de la refrigeración por aire, sin obstaculizar el sol durante el invierno. Árboles de hoja caduca ofrecen sombra durante el verano y si se selecciona adecuadamente, pueden mejorar la refrigeración a través de 'evapotranspiración', lo que reduce la temperatura hasta 3.10 °C. Durante el invierno, los árboles permiten que el sol brille a través de las ramas. La cantidad de energía necesaria para la calefacción y la refrigeración se reduce considerablemente por la colocación adecuada de los árboles alrededor de los edificios, de modo que no es mucho sombreado del sol durante el verano y tan poco como sea posible durante el invierno. "La mejora del microclima urbano se logra a través del efecto que las plantas tienen en el equilibrio de la temperatura y la humedad, en la contratación de polvo y gases contaminantes y en la regulación

de la circulación del aire”, esto se muestra en la Figura 4 (Georgi & Dimitriou, 2010).

Figura 5 - Fauna y vegetación: plantas y atributos como para su uso para el mejoramiento del ambiente construido, (Georgi & Dimitriou, 2010).



2.17 Impacto de la urbanización en el clima: El efecto inadvertido

En general, las áreas urbanas modifican diferentes aspectos del clima en comparación con sus alrededores rurales, modificando importantes variables como la insolación y temperatura del aire, hasta la humedad, precipitación, viento y calidad del aire, entre otros (Chicas, 2012). Estas condiciones son el mejor ejemplo documentado de los cambios producidos por el hombre sobre el clima, estas modificaciones producen impactos inadvertidos sobre el confort, la salud y

seguridad de los ciudadanos y tiene un impacto sobre las economías individuales (Oke, 1987).

En la actualidad existe poca conciencia del clima en la planificación de la ciudad, debido en parte al poco desarrollo y difusión de métodos de diseño y planificación integral que tomen en cuenta la relación ciudad, planificación y clima, sin embargo, es muy reconocida la necesidad del diseño con el clima desde edificaciones individuales hasta la planificación regional, en la búsqueda de mejorar las condiciones ambientales de la población en áreas urbanas y reducir los riesgos derivados de dichos efectos inadvertidos sobre el clima (Mills, y otros, 2010). La climatología urbana ha construido un importante cuerpo teórico que ayuda a cerrar esta brecha entre clima y desarrollo urbano, buscando como el conocimiento científico del clima puede ayudar a planificar y diseñar los entornos urbanos más informadamente, espacios con significación y calidad urbana acordes a las condiciones el clima local (Chicas, 2012).

2.18 El confort térmico y el rol de la planificación urbana

Las planificaciones de los indicadores de confort térmico en la planificación urbana y regional así como el diseño urbano aún continúan siendo primarios en países en vías de desarrollo, a pesar de existir fuerte evidencia empírica de los beneficios que aportan las estrategias de forestación urbana, mobiliario urbano y morfología urbana al mejoramiento de condiciones climáticas locales y regionales. El punto de encuentro, sin embargo, entre diseño urbano y clima urbano tiene un aproximación

en el urbanismo bioclimático, entendido como aquel que busca lograr zonas urbanas con un balance térmico (zonas de confort) de acuerdo a las preexistencias climáticas locales por medio del diseño urbano que permita obtener una forma y espacios urbanos que potencie estas condiciones (Torneró, Pérez, & Gómez, 2006).

Entre tanto (Erell, Pearlmutter, & Williamson, 2011) organizaron la presente lista en dos ámbitos de estudio de los microclimas urbanos:

- a) El estudio del efecto de los microclimas urbanos en las actividades humanas, especialmente a nivel de peatones y el espacio entre edificios y
- b) El estudio del efecto de los microclimas en el desempeño de las edificaciones específicamente en el ámbito de la conservación de energía.

Respecto al primer ámbito Erell, Pearlmutter, & Williamson (2011), señalan que la conformación de los tejidos urbanos y el clima creado por estos, influye en la manera en que dichos espacios son utilizados; por ejemplo cuando se desea que exista una mayor apropiación peatonal de la ciudad deben crearse las condiciones exteriores óptimas de confort para que esta apropiación se dé, como efecto de la creación de espacios públicos climáticamente confortables y su apropiación ciudadana se pueden esperar, por ejemplo, reducción de los consumos energéticos al depender menos de los sistemas mecánicos en los hogares, dicho de manera simple, al pasar más tiempo en el espacio público se utilizan menos los sistemas de acondicionamiento térmicos domiciliarios (Erell, Pearlmutter, & Williamson, 2011).

Mientras que en el segundo ámbito, es ampliamente reconocido el efecto del clima urbano en los consumos energéticos de los edificios así por ejemplo, se ha demostrado que el aumento en la demanda energética alcanza importantes niveles en periodos de temperatura externas, así se asocia que la demanda energética para lograr niveles de confort en el interior de edificios está directamente correlacionado con la temperatura exterior (Santamouris, y otros, 2001). Así mismo diferentes configuraciones morfológicas urbanas están directamente asociadas a mayores consumos energéticos en edificios, principalmente debido a la pobre relación de los edificios con las condiciones climáticas preexistentes.

Los cambios en los elementos del clima, particularmente la temperatura del aire, pueden influir en el consumo de energía del edificio. (De la Flor & Domínguez, Modelling microclimate in urban environments and assessing its influence on the performance of surrounding buildings, 2004) De la Flor & Domínguez mostraron que el consumo de energía se relaciona con cargas solares, los patrones de flujo del viento y la temperatura del aire exterior. Así, las mejoras en el microclima urbano tienen consecuencias directas e indirectas para el ahorro de energía. Mientras que las escalas espaciales de planificación urbano-regional en referencia a las condiciones climáticas presentes y las escalas atmosféricas del clima urbano (ver Tabla 3) son relevantes para la formulación de estrategias adecuadas para resolver los efectos adversos del clima urbano (Chicas, 2012).

Tabla 3 - Planificación urbana y clima urbano, relaciones espaciales

Nivel administrativo			Nivel de planificación	Aspecto de clima urbano	Escala climática
Ciudad	1: 25,000	maestro	Desarrollo urbano; plan	Isla de calor urbana, patrones de ventilación	Meso escala
Barrio	1: 5,000	Estructuras urbanas		Confort térmico, contaminación del aire	Meso escala
Manzana	1: 1,2000	Diseño de espacios abiertos		Confort térmico	Meso escala
Edificios	1: 5,000	Diseño de edificios		Insolación y ventilación	

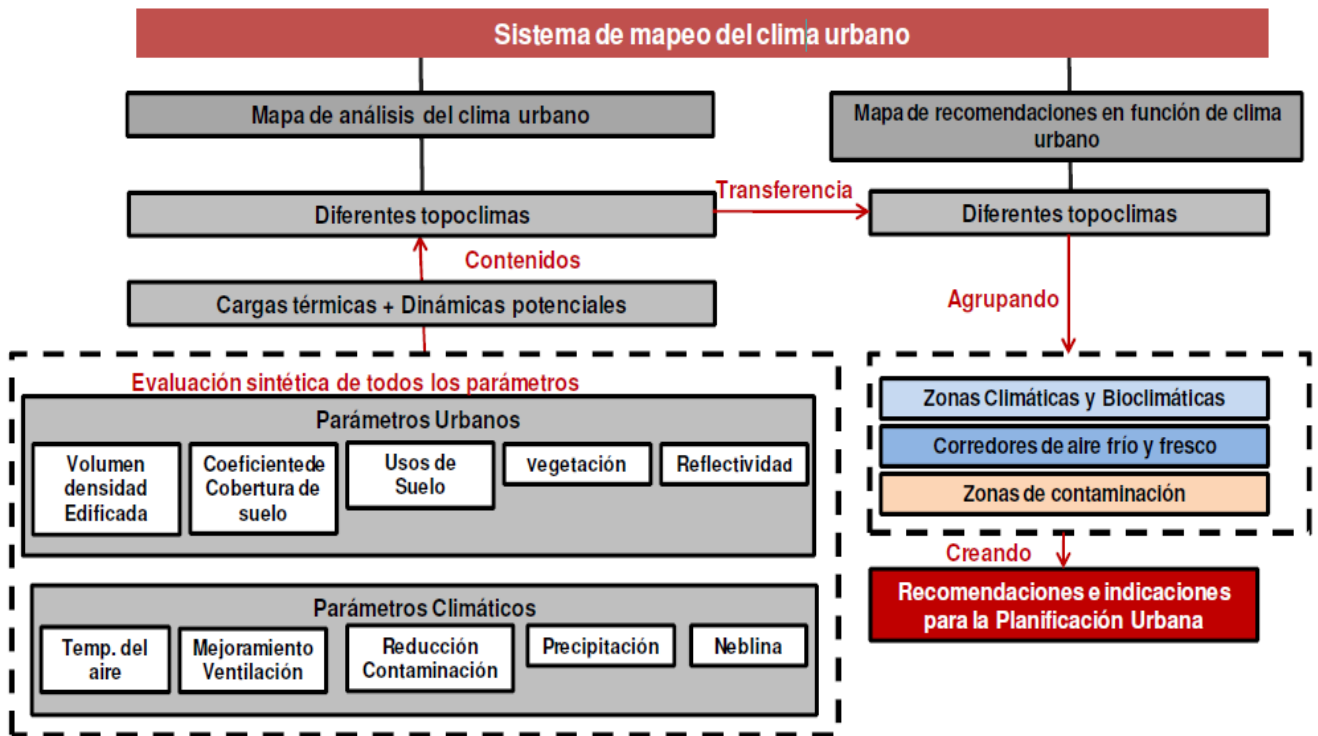
Fuente: (Chicas, 2012).

Así, los planes de desarrollo urbano y planes de intervención en la ciudad (escala nivel administrativo 1:25,000) pueden atender los efectos adversos de las Islas de calor urbano (ICU) y el mejoramiento de los patrones de ventilación urbana (meso escala climática), mientras que la planificación e intervención en barrios debiese velar por el confort térmico y los problemas de contaminación del aire; a escala

municipal, la calidad del espacio urbano (parques, vegetación urbana, mobiliario urbano) puede ayudar a revertir los efectos negativos del discomfort térmico, mientras que el reglamento nacional de edificaciones individuales pueden crear condicionantes arquitectónicas que permitan un mejor diseño en función de mejorar el balance térmico de la ciudad por efectos de radiación sobre las superficies (materialidad, envolventes, colores, cubiertas y paredes vegetadas, rasantes y entre otros).

Sin embargo hay ejemplos de ciudades en países como Alemania, han desarrollado mapas climáticos urbano-regionales para la toma de decisiones en la planificación de regiones y ciudades en base a estudios climáticos de alta precisión y con la ayuda de planificadores urbanos se han elaborado los mapas recomendaciones de intervención, se ha presentado un esquema (ver Figura 5) de como la información climática local, especialmente de clima urbano, debiese ser trasferido a la planificación urbana (Ren, Ng, & Katzschner, 2011).

Figura 6 - Sistema de mapeo del clima urbano y su trasferencia a la planificación (Ren, Ng, & Katzschner, 2011).

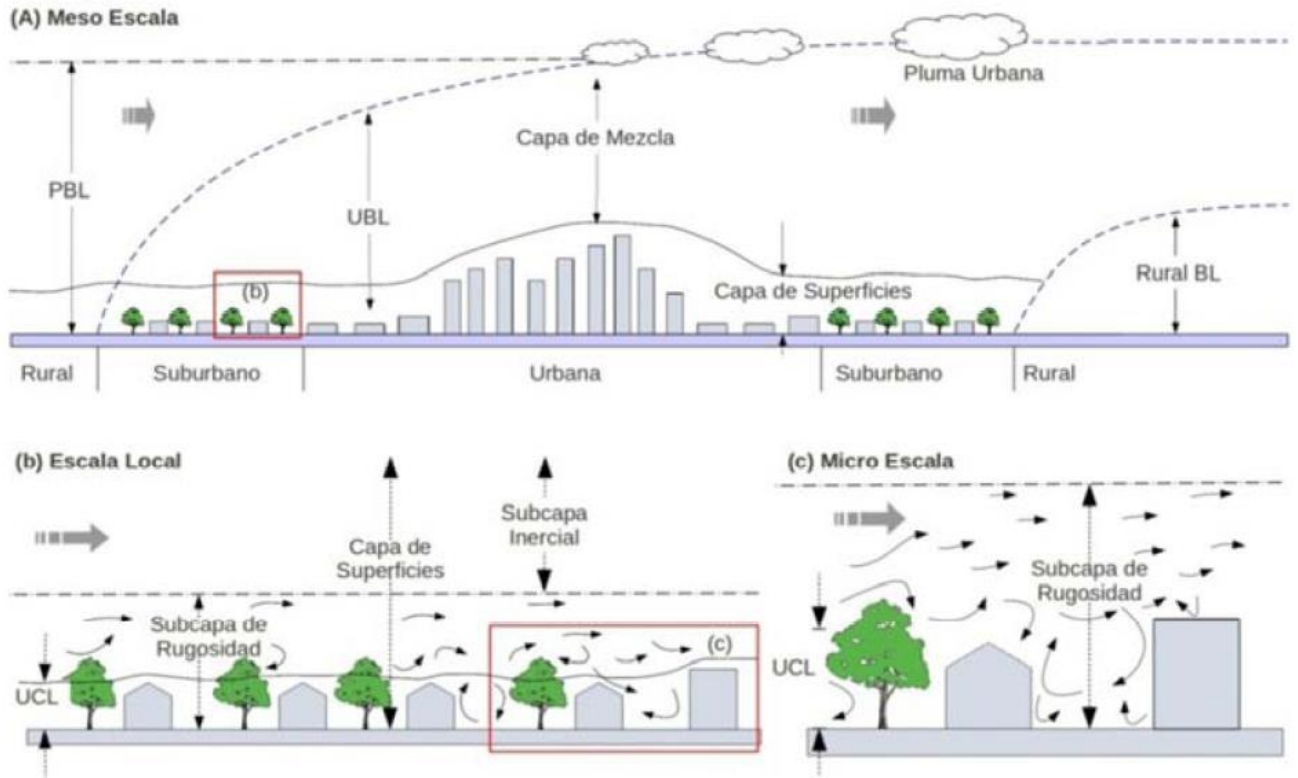


2.19 Escalas de la climatología urbana

Las investigaciones en climatología urbana han realizado importantes conceptualizaciones de los fenómenos resultantes e inadvertidos de la construcción de la ciudad que ayudan a entender la manera en la cual se producen los fenómenos climáticos a diferentes escalas espaciales de esta. (Oke, 1987) Conceptualiza parte de la composición vertical de la atmósfera urbana (ver Figura 6) y suele ser dividida en: la capa de dosel urbano (*urban canopy layer, UCL*), la cual se ubica por debajo de la media de la altura de los techos de las edificaciones hasta el suelo; la capa de domo urbano (*urban boundary layer, UBL*), que se ubica desde la media de los techos hacia arriba; y la capa de superficies (*surface layer*), que se encuentra ocupada por un 10 % aproximadamente de la parte más baja de la

capa domo. Mientras que la capa de superficies puede subdividirse en la subcapa de rugosidad y la subcapa inercial.

Figura 7 - Esquema del clima urbano, conceptos atmosféricos en el sentido vertical (Oke, 1987).



En referencia con la Figura 6, se distingue que en cada una de estas capas atmosféricas se estudian diferentes fenómenos climáticos, así en la meso escala (A) denominada como urbano (*urbandoundarlylayer*, *UBL*), corresponde al estudio de la ciudad completa (10 a 20 km) siendo ideal para el estudio del efecto de la isla de calor urbano (ICU), ya que la escala de resolución únicamente permite tener un panorama de diferentes piezas climáticas de la ciudad y sus diferencias generales; mientras que a escala local (B) denominada dosel urbano (*urban canopy layer*, *UCL*), se estudian los fenómenos de climas urbanos que se desarrollan a nivel de conjunto de edificaciones y sus calles, permitiendo aumentar la resolución espacial de 1 a 2 km para el análisis de tejidos urbanos homogéneos permitiendo el análisis de dinámicas del aire verticalmente. Seguidamente se

encuentra la micro-escala (C), que corresponde al estudio climático de vecindad inmediata o del clima del volumen de aire contenido en un calle; el espacio de análisis del microclima está contenida por la capa UCL, siendo esta escala (de 100 a 200 m) la más precisa de los estudios climato-urbanos, permitiendo conocer las variaciones de temperatura del aire en varios grados incluso en distancias pequeñas dentro de una misma calle o cañón urbano, así mismo permite comprender la circulación y perturbaciones del aire dentro de las calles siendo de mucha importancia para el análisis de dispersión de contaminantes.

Entre las principales variables que modifican las temperaturas a esta escala de micro-clima se encuentran: las lluvias, la nubosidad, los regímenes de viento locales, la cantidad de radiación solar recibida por las superficie almacenada y reemitida por estos a la atmósfera, la materialidad de los superficies, las coberturas (vegetación, agua, nieve) y uso de suelo, más las contribuciones que hacen las emisiones antropogénicas a la atmósfera urbana (Oke, 1987).

2.20 Islas de calor urbano

La isla es la acumulación de calor en una zona urbana. La isla de calor urbana es la respuesta a muchos factores, los cuales pueden ser catalogados como controlables e incontrolables se muestra en la Figura 7, a su vez estos factores pueden ser clasificados como variables temporales en el tiempo, por ejemplo, la velocidad del viento o la cobertura de las nubes; como variables constantes en tiempo como lo son las zonas verdes, el material de los edificios y el factor de visión del cielo, y

almacenan y conducen gran cantidad de calor cuando reciben la insolación directa y que devuelven a la atmósfera posteriormente (Sarricolea, Aliste, Castro, & Escobedo, 2008).

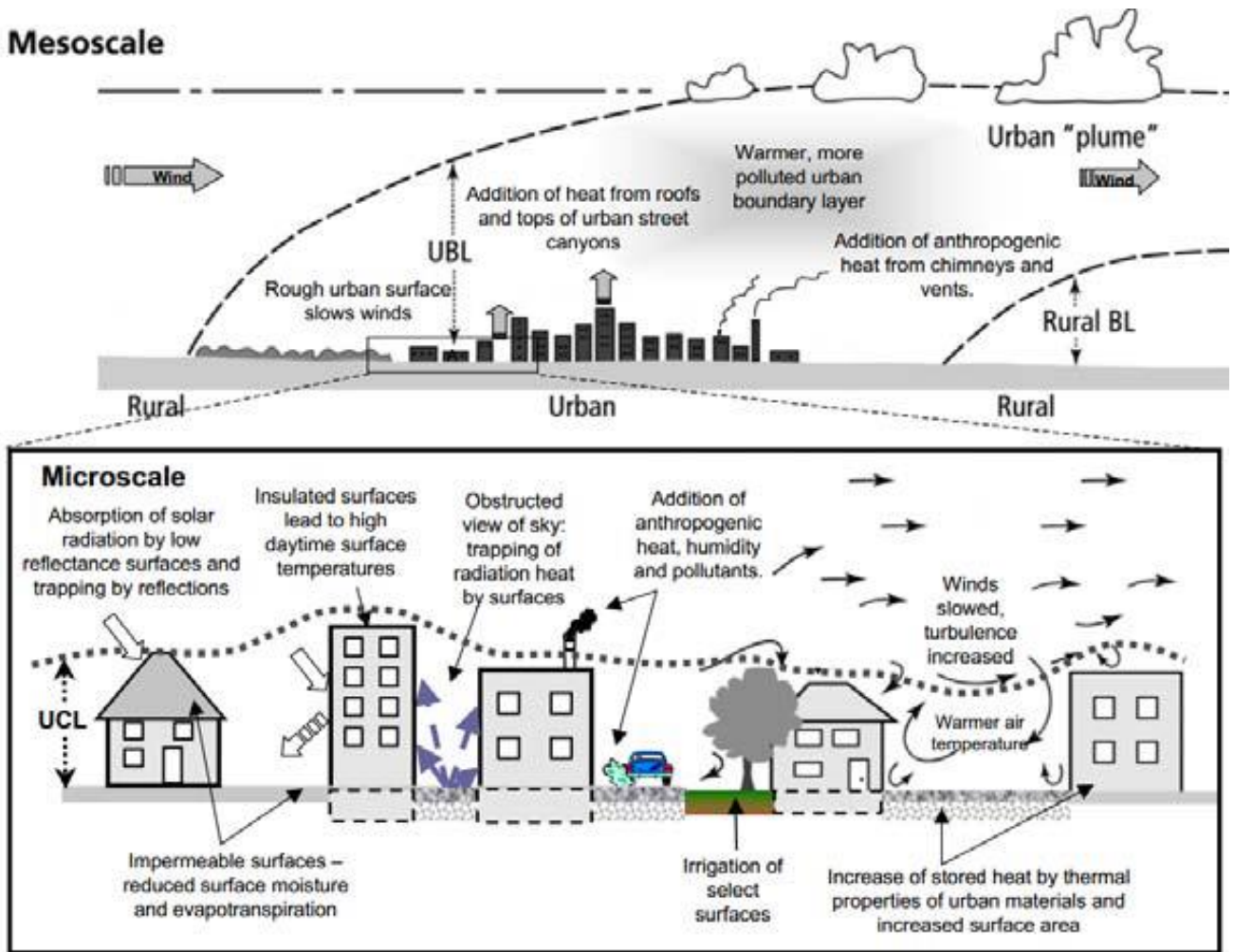
La isla de calor urbana superficial (ICUs), por lo contrario, corresponde a las altas temperaturas de emisiones que alcanzan las diferentes estructuras y cuerpos urbanos y que son captados directamente por sensores infrarrojos, tales como los disponibles en los satélites de observación terrestre. La ICUs no está sometida directamente a las compensaciones térmicas que realizan los flujos de aire, desde las superficies más cálidas a las más frías, y que regulan la temperatura del aire de las ciudades, por lo que cabe esperar rasgos térmicos más marcados (Sarricolea, Aliste, Castro, & Escobedo, 2008). Las correlaciones espaciales entre las islas de calor de superficie y del aire son altas en general por lo que se puede asumir que los patrones espaciales de ambas son semejantes en un alto grado, aunque no en lo que respecta a los niveles de temperatura registrados (Arnfield, 2003).

Por otro lado la ICU varía a lo largo del día, alcanzando su máximo efecto pocas horas después de la puesta de sol. Esto es debido a que la energía absorbida por las superficies urbanas es liberada lentamente en comparación con las superficies rurales. Diversos autores (Jauregui, 1997; Saitoh, Shimada, & Hoshi, 1996; Lemonsu & Masson, 2002) han obtenido diferentes valores del efecto ICU ($\Delta T_{\text{Urbano Rural}}$). Un valor razonable del efecto ICU se encuentra entre 5–8 °C, sin embargo (Kłysik & Fortuniak, 1999) ha encontrado un ($\Delta T_{\text{Urbano Rural}}$) superior a los 12°C en Polonia. Por otra parte, el menor

efecto de la ICU ($\Delta T_{\text{Urbano Rural}}$). Se presenta en las primeras horas de la mañana, incluso presentándose la posibilidad de que las zonas urbanas sean más frescas que las del entorno. La presencia de una isla de frío urbano ($\Delta T_{\text{Urbano Rural}}$) puede ocurrir con diferente frecuencia e intensidad dependiendo de la climatología regional del entorno urbano.

La transformación del terreno asociado a las actividades urbanas modifica el clima urbano a micro-escala y a meso-escala. Los procesos a micro-escala presentan perturbaciones atmosféricas debido al planeamiento urbano, por ejemplo la presencia de calles, edificios y parques. Por otro lado los procesos a meso-escala varían de decenas a cientos de kilómetros, en este contexto incluyen las perturbaciones de la superficie urbana en el clima y la velocidad del viento de la región ver figura 8 (Voogt & Oke, 2003).

Figura 9 - Procesos que interactúan en el clima urbano a meso escala y micro escala (Voogt & Oke, 2003).



Por debajo de las cubiertas de los edificios los procesos a micro-escala son responsables de la formación de una Capa bajo la Cubierta Urbana (Urban Canopy Layer, UCL) donde el clima puede variar significativamente en pequeñas distancias debido a la interacción entre los procesos atmosféricos y los elementos urbanos. En otras palabras, el microclima urbano es influenciado básicamente por las características del entorno urbano como lo son el diseño de los edificios, la orientación de las calles, el tipo de actividad o la presencia de vegetación. Sobre la Capa de la Cubierta Urbana, la Capa Límite Urbana (Urban Boundary Layer) interactúa con los fenómenos atmosféricos por la presencia de una superficie

urbana. En este sentido la escala espacial de los procesos que ocurren en la capa límite urbana (meso escala) es mucho mayor que la escala espacial de los procesos que ocurren bajo la Capa de la Cubierta Urbana (micro escala) (Oke, 1987).

2.21 Comportamiento de la temperatura humedad, velocidad y dirección de viento

La urbanización modifica el uso del suelo, y artificialmente las condiciones climáticas a través del aumento de las temperaturas, disminución de la humedad, el aire y velocidad de viento, todo lo cual favorece la consolidación de islas de calor (ICU), (Arnfield, 2003).

2.22 Mecanismos de degradación de la temperatura

La temperatura es un factor importante en la conservación de obras de arte para una serie de mecánica, química mineralogía o mecanismos biológicos. Los cambios de temperatura inducen expansiones diferentes en los materiales y resistencia a la tracción entre la superficie y las capas del subsuelo (Camuffo, 2014). La expansión térmica puede ser relevante para no sólo los objetos sino también la estabilidad estructural de monumentos o edificios. La torre inclinada de Pisa (Figura 9) se compone de un cuerpo cilíndrico contorneada por seis órdenes de logias, que tiene columnas delgadas. En el soleado día de la temporada de verano, la temperatura de la piedra del cuerpo central de espesor de la torre permanece casi sin cambios, pero las partes externas, y en particular, las columnas expuestas a la radiación solar

directa, se someten a los ciclos diarios de algunos 20° C, la cual causa la expansión de la piedra climatizada (Camuffo, Sturaro, & Valentino, 1999).

Figura 10 - Torre inclinada de Pisa, (Camuffo, Sturaro, & Valentino, 1999).



(a) La Torre que se Inclina de Pisa rodeada por galerías, Durante el día, el calor solar provoca la expansión (por compresión) de las columnas y una curvatura temporal adicional de la torre que sigue el curso aparente del sol, como un girasol; (b) Una capital severamente dañada por la compresión entre la columna térmicamente expansión y el dintel fijo (Camuffo, Sturaro, & Valentino, 1999).

El uso de la climatización, iluminación de la exposición, el uso del edificio y la presencia de los visitantes contribuyen a determinar el clima interior, además de los intercambios naturales de calor y de la humedad a través de la envolvente del edificio (SENAMHI, 2013). Las paredes delgadas o conductores son sensibles al curso diario aparente del sol; ventanas pueden permitir la penetración de los rayos

solares y se comportará como un invernadero; Además, se pueden regular los intercambios de aire exterior. Diferentes exposiciones en un edificio genera un balance de calor diferente, y no todas las habitaciones tienen la misma temperatura. Las estancias interiores son más blindadas y la fuerza externa se suaviza; y esto se aplica sobre todo a la planta baja, donde el suelo tiene una enorme capacidad de calor. Lo opuesto es válido para el último piso, siendo coronado por un techo que recibe la radiación solar durante el día y pierde de infrarrojos (IR) durante la noche, las personas pueden cambiar por completo el equilibrio natural. En una habitación cerrada, el aire caliente se eleva hasta que alcanza el techo. La densidad del aire regula la distribución del aire dentro de la habitación, es decir el aire caliente y más ligero llegará a la parte superior, y el aire frío por ser más denso al suelo. Por esta razón, una estratificación atmosférica estable con aumento de la temperatura con la altura, que es la estratificación térmica, tiende a formar. Sin embargo, si hay algunas fuentes de los sumideros de calor, o todas las superficies no son exactamente en equilibrio térmico con el aire a la misma altura, la conservación de la masa requiere que la ascensión de aire caliente siempre se asocia con un flujo igual de aire descendente y viceversa. Esto puede suceder en un número de maneras, determinadas por las condiciones de contorno y características de la habitación (Camuffo D. , 2014).

2.23 Temperatura percibida por los seres humanos

Temperatura percibida por el ser humano se ve afectado por el microclima urbano que se muestra como la influencia del efecto de isla de calor urbano (UHIE), el

efecto de la humedad (LA) y efecto acumulativo (CE). En primer lugar, UHIE tiene un efecto directo sobre el aire acondicionado, el consumo de energía (ACEC). Debido a UHIE, los residentes urbanos viven en un entorno mucho más caliente. La diferencia de temperatura entre las zonas urbanas y suburbanas, podría alcanzar hasta 12°C (Fang, Shen, Han, Yang, & Yin, 2011; Patz, Lendrum, Holloway, & Foley, 2005). En los EE.UU, el 3-8% del consumo de energía que se desperdicia es causado por UHIE (Zhou, y otros, 2014), lo que resulta en un costo adicional de 1 billón de dólares en consumo de energía cada año (Rosenfeld & Romm, 2000). En segundo lugar, la temperatura percibida se ve afectada por la humedad relativa a la temperatura elevada. Es decir, en las mismas condiciones de temperatura, si la humedad relativa es mayor, la gente se sentirá mucho más caliente. Por lo tanto, ACEC eléctrica en un día con alta humedad es mayor que en un día con poca humedad. Este fenómeno se llama LA. Por lo tanto, LA tiene una influencia significativa en ACEC en algunas ciudades con clima de alta humedad.

2.24 Humedad relativa sobre la temperatura percibida

En 1978, George Winterling desarrolló el concepto de humiture (más tarde fue llamado el índice de calor por el Servicio Meteorológico Nacional de EE.UU.) para reflejar ampliamente la sensación térmica (Winterling, 2009). La investigación de Burton mostró que la humedad relativa tiene una ligera influencia en la sensación térmica cuando la temperatura del aire es moderada, pero tiene un gran efecto cuando la temperatura del aire es alta o baja (Burton, Snyder, & Leach,

1995). Debido a que el enfoque de ese estudio era en temporadas, es necesario tener en cuenta la influencia de la humedad relativa.

La temperatura (T) debe ser mayor que $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($80\text{ }^{\circ}\text{F}$), y la humedad relativa (R) debe ser mayor que 40% . Se obtiene una tabla de índice de calor que se muestra en la Figura 10. En esta figura, el índice de calor por debajo de la línea verde es más alta que la temperatura ambiente debido a la influencia de la humedad relativa.

Figura 11 - Índice de calor, (Chu, Chen, Xu, & Lee, 2011).

T °C	R (%)											
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
43	40.1	40.3	40.6	40.9	41.2	41.5	41.8	42.1	42.4	42.6	42.9	43.2
42	39.4	39.7	40.0	40.2	40.5	40.8	41.1	41.3	41.6	41.9	42.2	42.4
41	38.7	39.0	39.3	39.5	39.8	40.1	40.3	40.6	40.9	41.1	41.4	41.6
40	38.0	38.3	38.5	38.8	39.0	39.3	39.6	39.8	40.1	40.3	40.6	40.8
39	37.3	37.6	37.8	38.0	38.3	38.5	38.8	39.0	39.3	39.5	39.8	40.0
38	36.6	36.8	37.0	37.3	37.5	37.7	38.0	38.2	38.4	38.7	38.9	39.1
37	35.8	36.0	36.3	36.5	36.7	36.9	37.2	37.4	37.6	37.8	38.1	38.3
36	35.0	35.2	35.4	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5	36.7	37.0	37.2	37.4
35	34.2	34.4	34.6	34.8	35.0	35.2	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3	36.5
34	33.4	33.6	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6	34.8	35.0	35.2	35.4	35.6
33	32.5	32.7	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9	34.1	34.3	34.4	34.6
32	31.7	31.8	32.0	32.2	32.4	32.6	32.8	32.9	33.1	33.3	33.5	33.7
31	30.8	30.9	31.1	31.3	31.5	31.6	31.8	32.0	32.2	32.4	32.5	32.7
30	29.8	30.0	30.2	30.4	30.5	30.7	30.9	31.0	31.2	31.4	31.5	31.7
29	28.9	29.1	29.2	29.4	29.6	29.7	29.9	30.1	30.2	30.4	30.5	30.7
28	28.0	28.1	28.3	28.4	28.6	28.7	28.9	29.1	29.2	29.4	29.5	29.7
27	27.0	27.1	27.3	27.4	27.6	27.7	27.9	28.0	28.2	28.3	28.5	28.6

2.25 Flujo de viento y del aire que regula procesos ambientales

El flujo de viento urbano y el flujo del aire en interiores es un problema ampliamente existido, que regula muchos procesos ambientales, incluido el transporte de masa entre los entornos urbanos y construidos (Ai & Mak, 2014). La tasa de ventilación se compone principalmente de tres mecanismos (Etheridge & Wiley, 2012): significar la convección del flujo de aire, flujo pulsante, y la penetración de Foucault. La primera es causada por las diferencias de presión media a través de la abertura que induce el intercambio de flujo de aire continua entre el espacio ventilado y el exterior (Ai, Mak, & Niu, 2013) y (Gao, Niu, Perino, & Heiselberg, 2008). El segundo es causado por el cambio temporal en la presión externa, lo que hace que la función de apertura como una entrada o salida en diferentes momentos. Los últimos resultados de las fluctuaciones de presión dentro del plano de la abertura tanto espacial como temporalmente. Ambos de los dos últimos mecanismos son causados esencialmente por la naturaleza turbulenta de viento lo cual es especialmente importante cuando las fluctuaciones del viento (componente turbulenta) son relativamente grandes en comparación con los valores medios (Haghghat, Brohus, & Rao, 2000; Wang & Chen, 2012).

2.26 Microclimas en Lima metropolitana

Según (SENAMHI, Microclimas en Lima metropolitana, 2013) Las observaciones generales que realiza la institución permiten afirmar que estas dependen de cuán cerca o lejos del mar se ubican las zonas donde se presentan.

“Es interesante observar la diferencia entre el Callao y La Molina. Pero entre ellos, el factor topográfico, la presencia de cerros o laderas, así como su conversión en cuencas que confinan la humedad que viene desde el mar por los vientos, determinan la aparición de microclimas”, explicó a la (SENAMHI, Microclimas en Lima metropolitana, 2013).

En distritos como Jesús María, Lima Centro y La Victoria son considerados intermedios, porque se encuentran entre zonas que presentan variaciones debido a su cercanía al mar y su propia topografía. Mientras que San Miguel, Magdalena, Lurín y Pachacámac que limitan con el mar, no son secos; Chosica, Chaclacayo, Cieneguilla sí lo son. Sin embargo, hacia El Agustino, Ate, Santa Anita el clima cambia (SENAMHI, Microclimas en Lima metropolitana, 2013).

Por otro lado (SENAMHI, Microclimas en Lima metropolitana, 2013) Manifestó que inclusive distritos como Surco y La Victoria tienen diferentes microclimas en su jurisdicción por su topografía (Vásquez, 2007). Breña es un distrito húmedo, por la influencia que tiene del mar. Comas, por su parte, también es especial, pues no obstante ser un distrito que no limita con el mar, su topografía define diferentes microclimas. La ciudad de Gozen, en Villa María del Triunfo, conocida como ‘Ticlio Chico’, es la más húmeda de Lima.

2.27 Caracterización de las variables climáticas

Las variables climáticas a considerar en las estaciones meteorológicas son: temperatura, precipitación, radiación solar, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, presión. Como se señaló anteriormente, a pesar de su característica de estabilidad, el clima presenta fluctuaciones durante periodos o escalas relativamente cortas. Estas fluctuaciones son referidas como variabilidad climática, la cual se analiza con el registro de datos de una variable meteorológica por encima o por debajo de las normales climatológicas (Montealegre, 2004).

La Normal Climatológica o valor normal, se utiliza para definir y comparar el clima y generalmente representa el valor promedio de una serie continua por lo menos 10 años de mediciones de una variable climatológica (temperatura, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, humedad y otros parámetros meteorológicos). Según recomendación de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), (Vásquez, 2007).

2.28 Software a utilizar Statistical 7.

Es un programa robusto y fácil de usar, diseñado para satisfacer la mayoría de las necesidades estadísticas. STATISTICAL incluye gráficos analíticos y exploratorios, además de estándar 2 y gráficos en 3 dimensiones. Acciones Cepillarse (etiquetado interactiva, marcado, y la exclusión de datos) permiten la investigación de valores atípicos y análisis exploratorios de datos.

2.29 Ajuste de modelos de regresión

Los métodos de regresión se utilizan con frecuencia para analizar datos de experimentos no planeados, como podría ser el caso de la observación de fenómenos no controlados o de registro de datos históricos, dentro del cual existen modelos de regresión lineal, regresión múltiple, y la regresión de un diseño factorial 2^k y en ellas se ven los intervalos de confianza de las regresiones, la estimación del parámetro y el diagnóstico del modelo de regresión, terminando así con la prueba de ajuste, que consiste en agregar puntos centrales a un diseño factorial 2^k , que le permite al experimento obtener una estimación del error experimental puro (Montgomery, 2002).

2.30 Análisis de regresión

La regresión se utilizará en esta investigación por ser una técnica estadística para estimar las relaciones entre las variables. Incluye otras técnicas para modelar y analizar varias variables, centrándose en la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes. El análisis de regresión es el modo de análisis más popular en el método analítico multivariado, porque es representante del "modo de predicción y previsión". Además se utiliza para entender si variables independientes se relacionan con variables dependientes y explorar así las formas de estas relaciones; específicamente, el análisis de regresión ayuda en la comprensión de cómo el valor típico de la variable dependiente cambia cuando una cualquiera de las variables independientes es variada, mientras que las otras variables independientes se fijan. El análisis de regresión comúnmente estima la esperanza

condicional de la variable dependiente dadas las variables independientes, es decir, el valor promedio de la variable dependiente cuando se fijan las variables independientes (Zhuang & Zhao, 2014).

En el análisis de regresión, la caracterización de la variable dependiente en torno a la función de regresión es de interés, que puede ser descrito por una distribución de probabilidad. Si existen dos o más variables independientes, esta condición se llama regresión múltiple. Un fenómeno se asocia a menudo con una pluralidad de factores; basado en la combinación óptima de la pluralidad de variables independientes, la variable dependiente se puede predecir o estimar, que es más eficaz y más realista que la previsión o estimar con solo una variable (Zhuang & Zhao, 2014).

Las técnicas de regresión permiten hacer predicciones sobre los valores de cierta variable Y (*dependiente*), a partir de los de otra X (*independiente*), entre las que intuimos que existe una relación, entonces el análisis de regresión se enfoca al establecimiento de una ecuación que permite que el valor desconocido de una variable se pueda estimar a partir del valor conocido de una o más variables (Padilla, 2009).

Mediante las técnicas de regresión tenemos una variable \hat{Y} como función de otra variable X (o viceversa), $\hat{Y} = f(x)$, esto es lo que denominamos relación funcional.

El criterio para construir \hat{Y} , tal como citamos anteriormente, es que la diferencia

entre Y e \hat{Y} sea pequeña. $\hat{Y} = f(x)$, $Y - \hat{Y} = \text{error}$

El término que hemos denominado error debe ser tan pequeño como sea posible. El objetivo será buscar la función (también denominada modelo de regresión) que lo minimice (Padilla, 2009).

2.31 Modelos de regresión

2.31.1. Regresión lineal simple

El proceso de la regresión simple es la estimación de los parámetros, y en este paso lo primero será representar la gráfica de las variables en un diagrama de dispersión.

2.31.2. Regresión lineal múltiple

El proceso para el análisis de regresión múltiple es el siguiente. En primer lugar, el papel se utiliza el método de selección de variable del análisis de regresión múltiple para reducir o aumentar las variables. De acuerdo con los factores y las variables explicativas, el análisis de regresión múltiple se puede llevar a cabo entonces de la siguiente manera:

2.31.3. Análisis explorativo de datos.

El análisis explorativo de datos (A.E.D) es un conjunto de técnicas estadísticas cuya finalidad es conocer la estructura de los datos y las relaciones existentes entre ellas (Figueras, 2003).

i. Datos atípicos: (Outliers)

Los casos atípicos son observaciones con características diferentes de las demás. Este tipo de casos no pueden ser caracterizados categóricamente como benéficos o problemáticos sino que deben ser contemplados en el contexto del análisis y debe evaluarse el tipo de información que pueden proporcionar (Ever, 2007).

ii. Datos ausentes: (Missing)

Los datos ausentes son algo habituales en el análisis climático principalmente, de hecho, raro es la investigación en la que no aparece este tipo de datos. En estos casos de investigación debe determinar las razones que subyacen en el dato ausente buscando entender el proceso principal de esta usencia para seleccionar el curso de más apropiado (Ever, 2007).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

La investigación se ejecutó en el distrito de Lurigancho-Chosica a 530 msnm, aproximadamente, situado al este de la ciudad de Lima, limitando al norte y este con la provincia de Huarochirí, al sur con los distritos de Chaclacayo y Ate, por el oeste con el distrito de San Juan de Lurigancho; ubicándose así, en la cuenca media del río Rímac, la Universidad Peruana Unión (Km 19.5 Carretera Central, Lima-Perú) con un área total 490,170.54 m², allí se ubicó el centro de investigación, específicamente el laboratorio de la EP de Ingeniería Ambiental, que cuenta con una estación meteorológica portátil, instalada el año 2012.

Figura 12 - Vista de la Universidad Peruana Unión, los detalles del punto la antigua estación del SENAMHI y el punto de monitoreo (Google Earth, 2014).



3.2 Materiales y equipos

Para el desarrollo del presente estudio se requirió algunos materiales y equipos que detallamos en la Tabla 4.

Tabla 4 - Cantidad de materiales y equipos a utilizar

Equipos	Software	Materiales
2 GPS , (Sistema de posicionamiento Global), marca Garmin etrex	Software Sistema de identificación geográfica	Útiles de escritorio
Lapto Hp CORE i7	Software Statistical 7	4 cuadernillos de apuntes
Estación meteorológica portátil, marca Vantage Pro Z Plus	Sistema de Google Earth	500 hojas A4 1 cámara digital

3.3 Descripción de la metodología

Para esta investigación que es descriptiva, se consideró al fenómeno estudiado, propiedades, características y se sometió a un análisis; dentro de este se vio la tentativa del alcance final de la investigación en forma estadística, para lo cual se utilizó la regresión lineal para investigar los efectos del uso de la tierra y la construcción sobre las variables climáticas, buscando así un análisis de correlación

como resultado, con lo que se concluyó que esta investigación es descriptiva-correlacional.

Se aplicó el método deductivo que consistió en la obtención de conclusiones particulares a partir de aspectos generales. La metodología que se utilizó fue: 1) La clasificación de variables climatológicas para el estudio. 2) Descripción de las estaciones meteorológicas. 3) Mediciones y valores de registro en la zona de estudio. 4) Instalación de la estación meteorológica en el punto de monitoreo. 5) Preparación y recolección de datos. 6) Obtención del número de obras construidas en la Universidad Peruana Unión. 7) Análisis estadístico de regresión lineal.

3.3.1 Clasificación de variables climatológicas de estudio

Para la clasificación de las variables, se basó en los siguientes criterios:

Los datos que proporcionó el SENAMHI fueron datos de 30 años atrás, de las variables climáticas de la zona de estudio, del año 1964 al 2010 de los cuales se tomaron los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto por ser los meses que presentaron una data más completa, y por caracterizar el verano e invierno respectivamente, siendo estas las temporadas con mayor denotación en el campus universitario lo que permitirá comparar los veranos e inviernos de años pasados con los datos actuales de los mismos meses, para analizar la diferencia del cambio temporal de verano e invierno de la temperatura y de la humedad en este sentido también se sostiene dicho análisis de temporadas en el trabajo de (Boehme, Berger, & Massier, 2015); así mismo se tomó los meses mencionados para el monitoreo, debido a que por variable nos darán al día 24

registros, en un mes esto alcanzaría 840 registros para una variable, por ello al momento de realizar el análisis de regresión lineal simple y múltiple saturaría la gráfica de los resultados y limitaría la explicación del efecto del cambio de uso de suelo en las variables climáticas.

Debido a ello se escogió solo 2 variables, las de mayor significancia, teniendo en cuenta por otro lado la percepción corporal de las personas sobre la variable de temperatura y la variable de humedad (Cui & Shi, 2012), que se perciben con mayor facilidad en el ambiente.

3.3.2 Descripción de las estaciones meteorológicas

Se solicitó al SENAMHI datos complementarios de la estación Ñaña, con código 000543, tipo convencional–meteorológica, con latitud: 11 59' 19.7'' y longitud: 76 50' 20.8". Ubicada en el distrito de Lurigancho, Universidad Peruana Unión, la cual brindó los datos (humedad, temperatura, velocidad de viento y dirección de viento). Luego se procedió con la recopilación de datos de la estación meteorológica portátil, tomando datos de temperatura y humedad, previa ubicación de la estación en el área de monitoreo. Los criterios seguidos fueron los proporcionados por la empresa Davis S.A.C en ocasión de una capacitación e instalación que le brindó a la UPeU (Cuartas, 2007), lo cual permitió escoger el lugar adecuado para el monitoreo de los datos, teniendo las siguientes consideraciones:

- Se tomó en cuenta la elevación del área como primer parámetro, para ubicar la estación meteorológica, la cual tiene que ser acorde a la instalación del software en la PC del laboratorio, que fue de 523 msnm de elevación, dando ese valor promedio para toda el área de la UPeU, ya que esta cuenta con diferentes elevaciones debido a su topografía.
- Se utilizó el mapa topográfico como segundo parámetro, para ubicar la zona de monitoreo, usando la longitud y la latitud como referencias (ver anexo 3).
- Se consideró el mapa general de la UPeU como tercer parámetro siendo éste un referente importante (ver anexo 2), el cual fue proporcionado por el área de infraestructura e importaciones, se consideró de ello las edificaciones existentes, los arbustos y los árboles que puedan generar perturbación en los datos que se requieren registrar, buscando así una ubicación que se encuentre lo más apartada posible de tales edificaciones.
- Por último, se tomó en cuenta el área de instalación, que estuvo a una distancia no mayor a 300 m porque de pasar esta distancia la estación meteorológica portátil no registraría los datos en la consola instalada en el laboratorio de ingeniería ambiental en la UPeU, que por medio de un PC, y un software especializado, se podía registrar y procesar los

datos en tiempo real, para posteriormente evaluarlos debidamente. También se buscó que el lugar de monitoreo este rodeada de un área verde mínima de 10 m², las mismas consideraciones que tuvo la estación convencional-meteorológica, Ñaña, del SENAMHI.

En este sentido, para realizar los trabajos de monitoreo se consideró 4 zonas dentro de la UPeU, con las consideraciones ya mencionadas, colocando como base principal sus coordenadas geográficas y su elevación, (ver Tabla 5).

Debido a que en los años de 1964 a 2010 solo fue monitoreada en un área puntual por el SENAMHI, se escogió solo un área de las 4 propuestas.

Propuestas de posibles lugares	Norte / Latitud	Este / Longitud	Elevación
1. Residencia de varones Sheraton	11° 59.280'S	76° 50.485'O	545 msnm
2. Plantaciones de molle y tara	11° 59.072'S	76° 50.768'O	678 msnm
3. Las losas deportivas	11° 59.625'S	76° 50.547'O	518 msnm
4. Lado sur de las aulas de	11° 59.488'S	76° 50.343'O	523 msnm

T arquitectura

a

Tabla 5 - Criterios para la selección de puntos

Se analizó las posibles áreas de monitoreo mencionados en la Tabla 5, considerando los criterios mencionados en los textos anteriores, se escogió la propuesta número 4, por su elevación y su distancia del laboratorio de ingeniería ambiental. Debido a ello se puede aseverar que el punto para ubicar la estación meteorológica sería el siguiente (ver Tabla 6).

Tabla 6 - Estación Meteorológica

Estación	Ubicación	Altitud
Lado sur de las aulas de arquitectura	11° 59.518' S / 76° 50.348'O	523msnm

Fuente - (Earth, 2013).

3.3.3 Mediciones y valores de registro en la zona de estudio

Para la medición de la variable temperatura, el sensor trabajó con un rango que se encuentra entre $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, la resolución de este sensor es de 0.1° y una precisión de $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Para la humedad relativa, el sensor registra fluctuaciones en un rango de 0 a 100%, la resolución de 1% y una precisión de $\pm 3\%$. Se define como la relación que existe entre la presión parcial que ejerce el vapor contenido en el aire a la temperatura ambiente, y la que ejercería si el aire estuviera saturado a esa misma temperatura (Cuartas, 2007).

3.3.4 Instalación de la estación meteorológica en el punto de monitoreo

Ubicación del punto de monitoreo para la colocación de la estación meteorológica portátil dentro de la Universidad Peruana Unión (ver en el anexo 1 la figura N° 12) dentro del cual posteriormente se hizo la medición de los datos geográficos (Anexo 1 ver figura N°13), y de los datos de velocidad y dirección de viento (Anexo 1 ver Figura N° 14).

Se realizó un agujero en el terreno con 35 cm de profundidad (Anexo 1, ver figura N° 15 y figura N° 16) para poder tener estable la base del soporte de la estación meteorológica (Anexo 1, ver figura N° 17 y figura N° 18), la altura del soporte fue de 3.30 m con un ancho de 2 por 4 cm.

Luego se procedió a la colocación de la estación meteorológica en el soporte, la cual se realizó mediante cintas de seguridad con el propósito de darle mayor estabilidad, y para el levantamiento de la estación se colocó piedras medianas en la base para evitar cualquier caída. Se verificó la consola de estación para ver el registro de los datos, y después de 12 horas, se hizo lo mismo con la transferencia de los datos en la consola (Anexo 1, ver figura N° 19 y figura N° 20).

3.3.5 Recolección de datos

a) Proporcionado por el SENAMHI

Se trabajó con dos variables climáticas las cuales son temperatura y humedad, que proporcionó el SENAMHI, dividiendo así en dos segmentos principales, del año 1964 al año 1990 y 1991 al año 2010, teniendo como datos adicionales el año 2013 y 2014 cuando se realizó el monitoreo, ver figura N° 21.

b) Proporcionados por la estación meteorológica portátil

Definidas las variables climáticas monitoreadas, temperatura y humedad, la recolección de la información se realizó cada semana, bajando los datos de

la consola de la estación meteorológica en la computadora. Asimismo verificando y cuidando que no exista discrepancia o pérdida de datos en el periodo monitoreado.

3.3.6 Número de obras ejecutadas dentro de la Universidad Peruana Unión

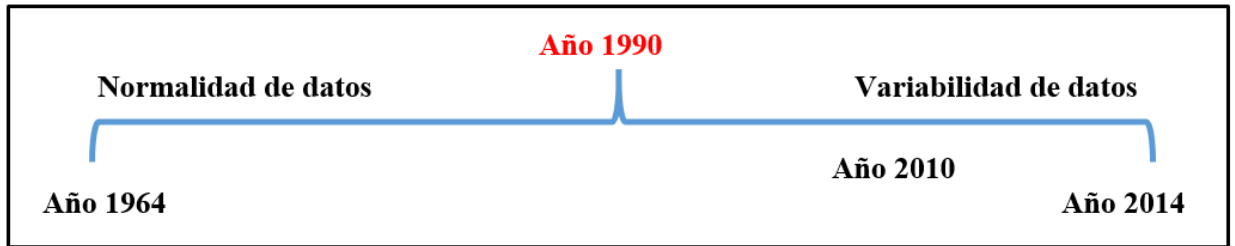
Se buscó información en el área de infraestructura de la Universidad Peruana Unión sobre datos estadísticos de número de construcciones realizadas y su cantidad en metros cuadrados (m^2), En la cual no se halló de manera concreta algún registro físico o convencional sino los informes fueron presentados a través de un reporte simple por escrito sin precisar los m^2 construidos; así mismo se encontró informes valiosos en la revista institucional El Eco 2008 (ver anexo 6).

3.3.7 Análisis estadístico de regresión simple

En primera instancia se trabajó con el software Statistical 7, dentro del cual se utilizó el análisis de regresión lineal simple, graficando los resultados con las siguientes aplicaciones del Statistical 7, Scatterplots y Means w/ Error Plots, se utilizó los datos entre los años de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014, dentro de la evaluación se dividió en dos temporadas, verano e invierno, analizándolos en conjunto y posteriormente se tomó los meses enero, febrero, marzo y junio, julio y agosto para su posterior evaluación individual (ver figura 21), tomando como variable independiente a la temperatura que

se subdivide en temperatura a las 13 horas (T13h), temperatura a las 19 Horas (T19h.) y como variable dependiente a la humedad a las 13 horas (H13h) y humedad a las 19 horas (H19 h).

Figura 21: Línea de tiempo para las variables de temperatura y humedad



Cuando se realizó el análisis de regresión lineal se desarrolló lo siguiente: Análisis univariable, análisis normalidad de varianza, análisis del coeficiente de determinación o variabilidad explicada (R^2) (Montgomery, 2002). Para el procesamiento de gráficos, en donde se relacionan las variables antes mencionadas, con la finalidad de evaluar gráficamente cuál es el efecto que tiene el cambio de uso del suelo agrícola a suelo urbano en las variables climatológicas.

En el análisis de regresión simple se plantearon las siguientes hipótesis acorde con las variables de temperatura y humedad, para lo cual el software se dividió por periodos, debido a que, a partir de los años 90', se aprecia el crecimiento del desarrollo urbanístico en la Universidad Peruana Unión (ver Anexo 5).

Los datos no se han unificado debido a la gran cantidad de datos obtenidos que a veces impide ver la tendencia de la gráfica (Información sostenida en consultas con Dr. Alfredo Matos y Dr. Armando Aramayo, 2015). Las hipótesis son las siguientes:

Hipótesis de la variable de temperatura

a. Hipótesis nula

Ho: La temperatura a las 13 h y 19 h en los años de 1964 a 2014 no están relacionados linealmente por lo que se determina que el cambio de uso de suelo agrícola a suelo urbano no ha afectado la variable climática de temperatura.

b. Hipótesis alternativa

Ha: La temperatura a las 13 h y 19 h en los años de 1964 a 2014 están relacionados linealmente por lo que se determina que el cambio de uso de suelo agrícola a suelo urbano no ha afectado la variable climática de temperatura

Hipótesis de la variable de humedad

a. Hipótesis nula

Ho: La humedad a las 13 h y 19 h en los años de 1964 a 2014 no están relacionados linealmente por lo que se determina que el cambio de uso de suelo agrícola a suelo urbano no ha afectado la variable climática de temperatura.

b. Hipótesis alternativa

Ha: La humedad a las 13 h y 19 h en los años de 1964 a 2014 están relacionados linealmente por lo que se determina que el cambio de uso de suelo agrícola a suelo urbano no ha afectado la variable climática de temperatura.

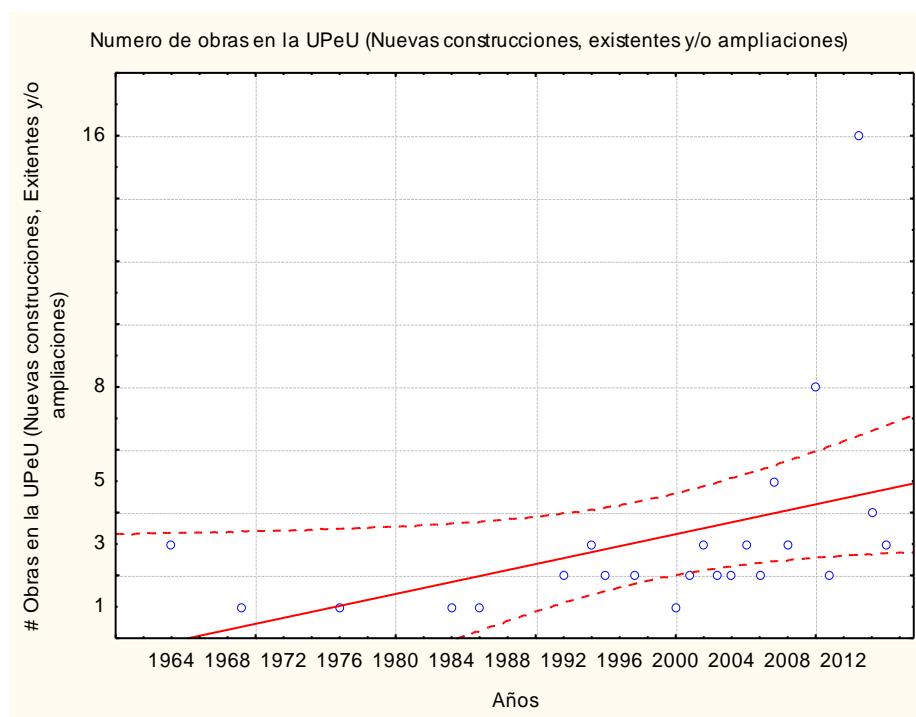
CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultado del número de obras en la Universidad Peruana Unión

En el área de infraestructura de la Universidad Peruana Unión se procedió a buscar datos estadísticos de las construcciones realizadas, donde no se halló de manera concreta algún registro físico o convencional sino los informes fueron presentados a través de un reporte simple por escrito; así mismo se encontró informes valiosos en la revista institucional, “Eco 2008”, de las cuales se procedió a la gráfica estadística (ver figura N° 22), (ver anexo 6).

Figura 22 - Número de obras en la Universidad Peruana Unión (nuevas construcciones, existentes y/o ampliaciones).



La figura 22 Muestra que entre 1964 a 1990 la cantidad de construcciones dentro de la Universidad Peruana Unión, fue de siete construcciones en el transcurso de 26 años, evidenciando que el desarrollo urbanístico-universitario no estuvo muy desarrollado y que se mantenía el uso del suelo agrícola; además, en la figura 22 se observa que en los años

1990 a 2014 la cantidad de construcciones se elevó de tal manera que se generaron sesenta y cinco (entre ampliaciones, remodelaciones y nuevas construcciones) en 23 años, siendo el 2013 el año de mayores construcciones dentro de la Universidad con diez construcciones y seis remodelaciones (ver anexo 6), lo mencionado demuestra que la UPeU dejó su desarrollo agrícola por el desarrollo urbanístico, es aquí donde se evidencia el cambio de uso de suelo dentro de la UPeU en el transcurrir de los años 1964 a 2014.

4.2. Resultados del periodo verano e invierno del año 1964 al 1990 y de 1991 a 2014

Dentro del periodo de trabajo se utilizó los datos de los meses de enero, febrero, marzo para el verano; y junio, julio y agosto para el periodo de invierno, siendo las variables para ambos periodos. En las siguientes figuras que se presentaran, muestra cómo años base de los años el primer periodo que es de 1964 a 1990 debido que allí mismo se incorporó los datos de los años 1991 a 2014. Mostrando también una apreciación general de las temporadas verano e invierno, para posteriormente profundizar en cada una de las temporadas; así mismo en las tablas con los resultados de coeficientes de determinación de regresión lineal.

En cuanto a los resultados del proceso estadístico de temperatura 13 h y 19 h como variable independiente y de humedad 13 h y 19 h como variable dependiente, la Tabla 7 muestra la existencia de una significancia en el grado de relación de datos, lo cual indica que están relacionados linealmente; Esto significa que si bien la temperatura tiene un grado de influencia en la humedad, está no la determina y esto se puede apreciar en los diferentes resultados de R múltiple y de R^2 que no

alcanzan un grado de relación donde se pueda decir que son inversamente proporcionales, siendo el valor de 1 el que nos indique una relación lineal perfecta, y eso no sucede en los resultados de la Tabla 7, la cual explica si existe un coeficiente de determinación significativo en las temporadas de verano e invierno, entre los periodos de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014, pero también muestra que hay otros factores que podrían explicar el aumento y la disminución de la humedad con mucho más detalle o vinculo juntamente con la temperatura, como pueden ser las masas de aire, velocidad y dirección de viento (Saavedra, 2011).

Tabla 7 – Coeficiente de determinación con regresión lineal simple de las temporadas de verano e invierno, periodos de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014

Verano de los años 1964 a 1990

Dependnt Variable	Multiple R	Multiple R²	Adjusted R²	F	p
H13	0.453922	0.206045	0.205662	537.2009	0.000
H19	0.58191	0.338619	0.338314	1109.988	0.000

Invierno de los años 1964 a 1990

Dependnt Variable	Multiple R	Multiple R²	Adjusted R²	F	p
H13	0.590852	0.349107	0.348805	1159.588	0.000
H19	0.498374	0.248377	0.248029	714.4418	0.000

Verano de los años 1991 a 2014

Dependnt Variable	Multiple R	Multiple R²	Adjusted R²	F	p
H13	0.385875	0.1489	0.148417	308.6114	0.000
H19	0.469712	0.22063	0.220188	499.0828	0.000

Invierno de los años 1991 a 2014

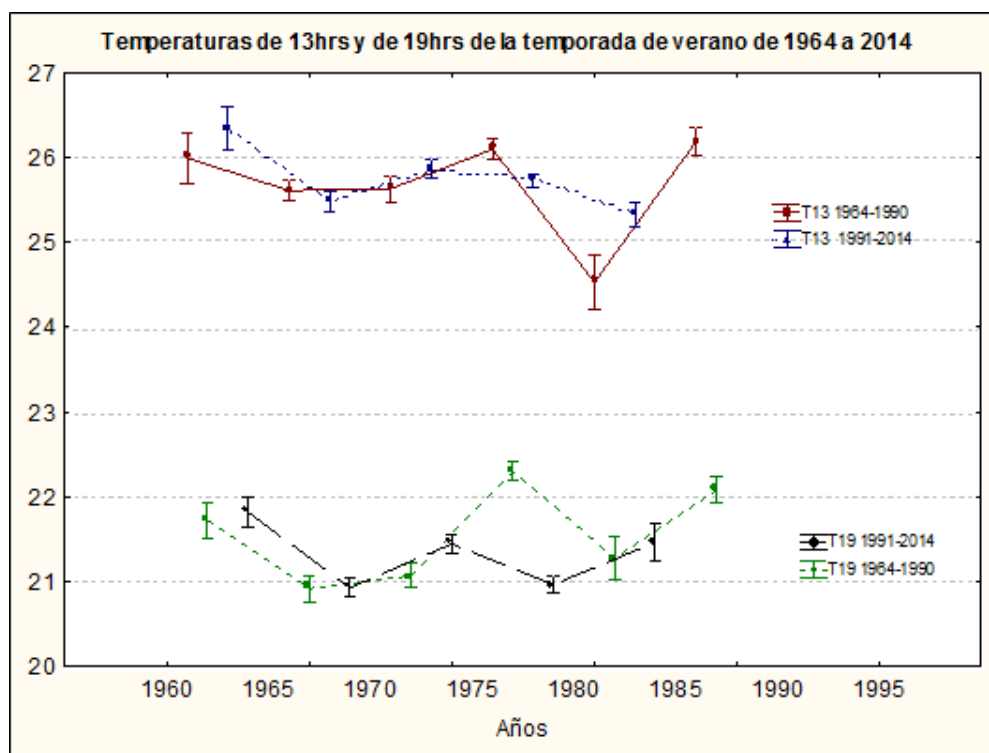
Dependnt Variable	Multiple R	Multiple R²	Adjusted R²	F	p
H13	0.546815	0.299006	0.298598	732.3796	0.000
H19	0.496581	0.246593	0.246153	561.3254	0.000

Tabla 8 - Coeficiente de determinación con regresión lineal múltiple T13 h y T19 h en los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto, periodos de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014

Enero 1964-1990					
Dependnt Variable	Multiple R	Multiple R²	Adjusted R²	F	p
H13	0.458391	0.210123	0.20785	92.4417	0.000
H19	0.506799	0.256845	0.254706	120.1009	0.000
Enero 1991-2014					
H13	0.492707	0.24276	0.240189	94.41255	0.000
H19	0.434505	0.188794	0.18604	68.53989	0.000
Febrero 1964-1990					
H13	0.442571	0.195869	0.19344	80.6246	0.000
H19	0.583719	0.340728	0.338737	171.0692	0.000
Febrero 1991-2014					
H13	0.427137	0.182446	0.179462	61.14615	0.000
H19	0.474757	0.225394	0.222567	79.72837	0.000
Marzo 1964-1990					
H13	0.426401	0.181818	0.179383	74.6667	0.000
H19	0.597633	0.357165	0.355252	186.6848	0.000
Marzo 1991-2014					
H13	0.352421	0.124201	0.121362	43.7496	0.000
H19	0.520422	0.270839	0.268475	114.5889	0.000
Junio 1964- 1990					
H13	0.584336	0.341448	0.339508	176.0252	0.000
H19	0.421622	0.177765	0.175343	73.3989	0.000
Junio 1991- 2014					
H13	0.538845	0.290353	0.287841	115.5855	0.000
H19	0.628707	0.395272	0.393132	184.6524	0.000
Julio 1964- 1990					

H13	0.634936	0.403143	0.401581	258.0195	0.000
H19	0.548905	0.301297	0.299468	164.7273	0.000
Julio 1991- 2014					
H13	0.622383	0.38736	0.385273	185.5743	0.000
H19	0.508527	0.2586	0.256074	102.3728	0.000
Agosto 1964-1990					
H13	0.618577	0.382637	0.380896	219.7168	0.000
H19	0.547442	0.299692	0.297717	151.706	0.000
Agosto 1991-2014					
H13	0.53705	0.288423	0.28585	112.0736	0.000
H19	0.533563	0.28469	0.282103	110.0456	0.000

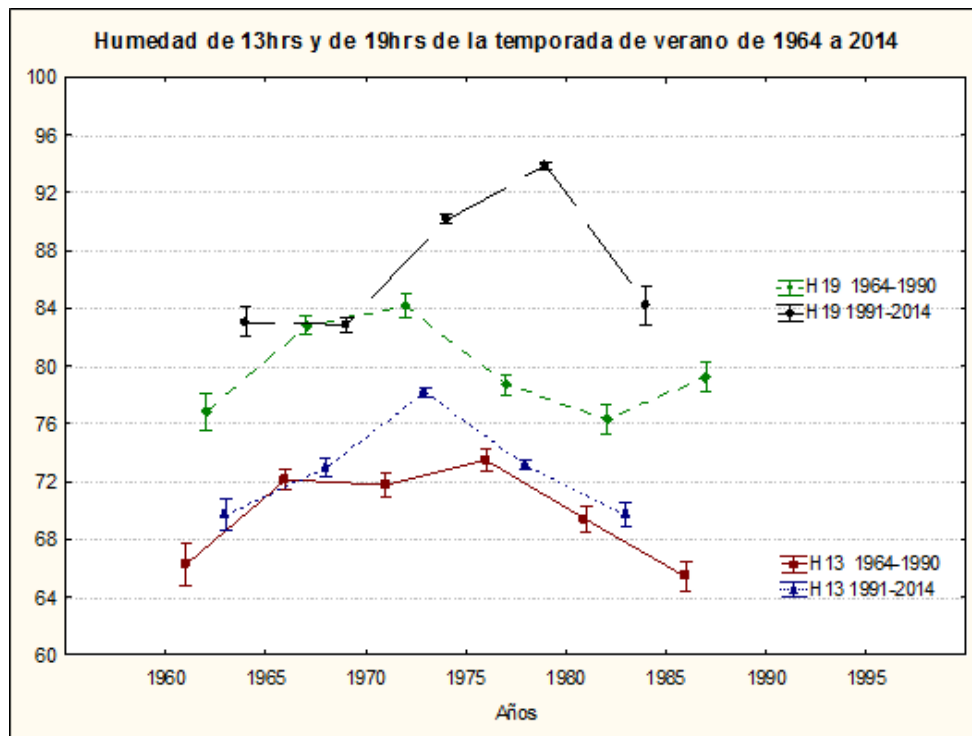
Figura 23 – Progreso de la temperatura de 13 h y 19 h en la temporada de verano entre los años 1964 a 2014



En la figura se muestra como años base de los años el primer periodo que es de 1964 a 1990 debido que allí mismo se incorporó los datos de los años 1991 a 2014; cada uno con sus respectivos símbolos, se observa en la figura que la temperatura a las 13 h en el periodo de 1964 a 1990 tiene una tendencia casi normal a excepción entre los años de 1980

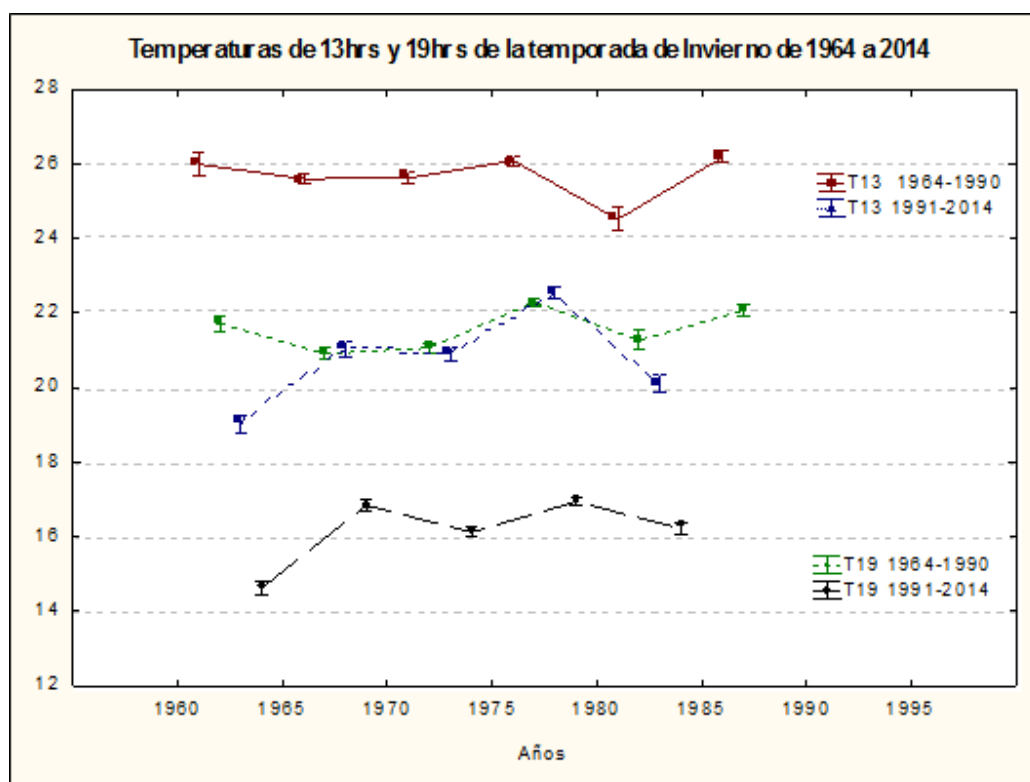
a 1985, donde presenta una anomalía en sus registros colocando a la temperatura a las 13 h el registro más bajo de esa temporada, por lo que se presume que pudo a ver sido causado por el fenómeno de “El Niño” que se dio de mayo de 1982 a junio de 1983 (SENAMHI, 2008); por otro lado la temperatura a las 19 h a tiene el un incremento en sus registros en la temporada de 1975 a 1980, por lo que se puede asumir que el fenómeno de “El Niño” de octubre de 1976 a febrero de 1977 pudo a ver afectado y generado la anomalía. Teniendo esto en cuenta y sin dejar de lado que dentro del periodo verano están incluidos tres meses enero, febrero y marzo, lo cual nos lleva a una aparente secuencia en las temperaturas que posteriormente se verán observadas de manera individual.

Figura 24 - Progreso de la humedad de 13 h y 19 h en la temporada de verano entre los años 1964 a 2014



Se observa que el resultado de la humedad a las 13 h en todo el periodo de 1964 a 2014, lleva casi una misma tendencia marcándose el periodo de 1991 a 2014 como los de mayor aumento en la humedad; Se aprecia también que la humedad a las 19 h tiene una tendencia más inestable en los años de 1991 a 2014, que se analizará de forma individual posteriormente.

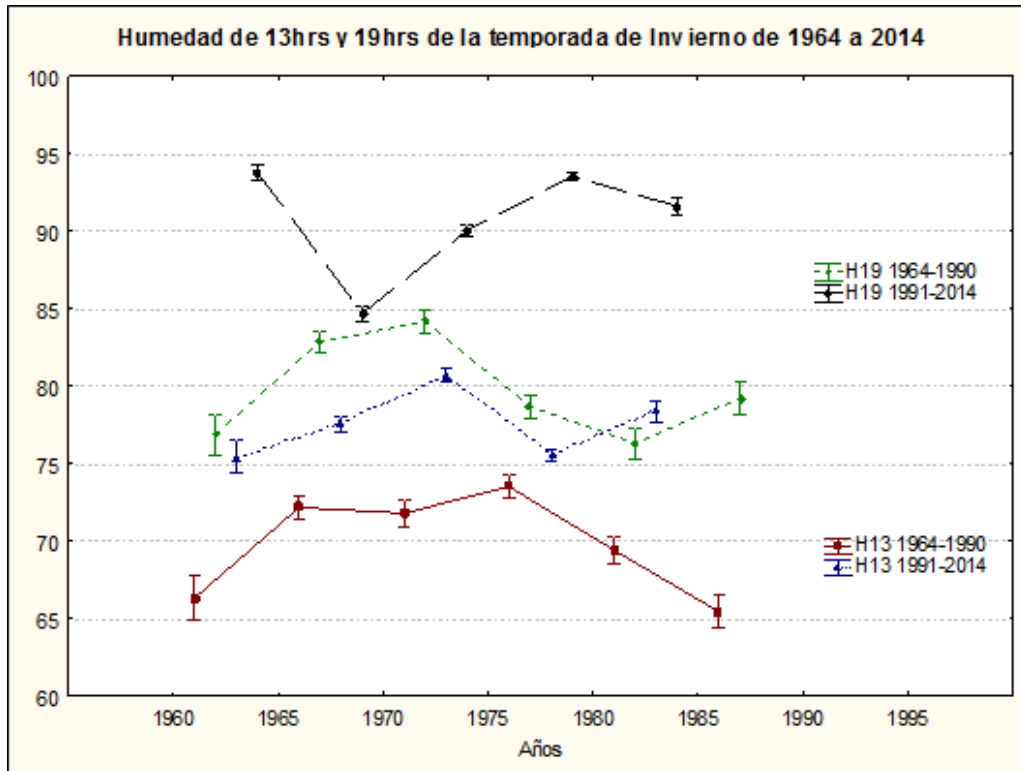
Figura 25 - Progreso de la temperatura de 13 h y 19 h en la temporada de invierno entre los años 1964 a 2014



La Temperatura a las 13 h en los años de 1991 a 2014 y la temperatura a las 19 h en los años de 1964 a 1990, están mostrando una aparente similitud en sus registros lo cual nos lleva a decir que las tardes de 1991 a 2014 comienzan a percibir una temperatura como las noches de 1964 a 1990, mostrando que la temperatura en las tardes de invierno ha

disminuido notablemente; de la misma manera la temperatura a las 19 h de los años de 1991 a 2014 se colocan como las más bajas y con una tendencia casi ascendente.

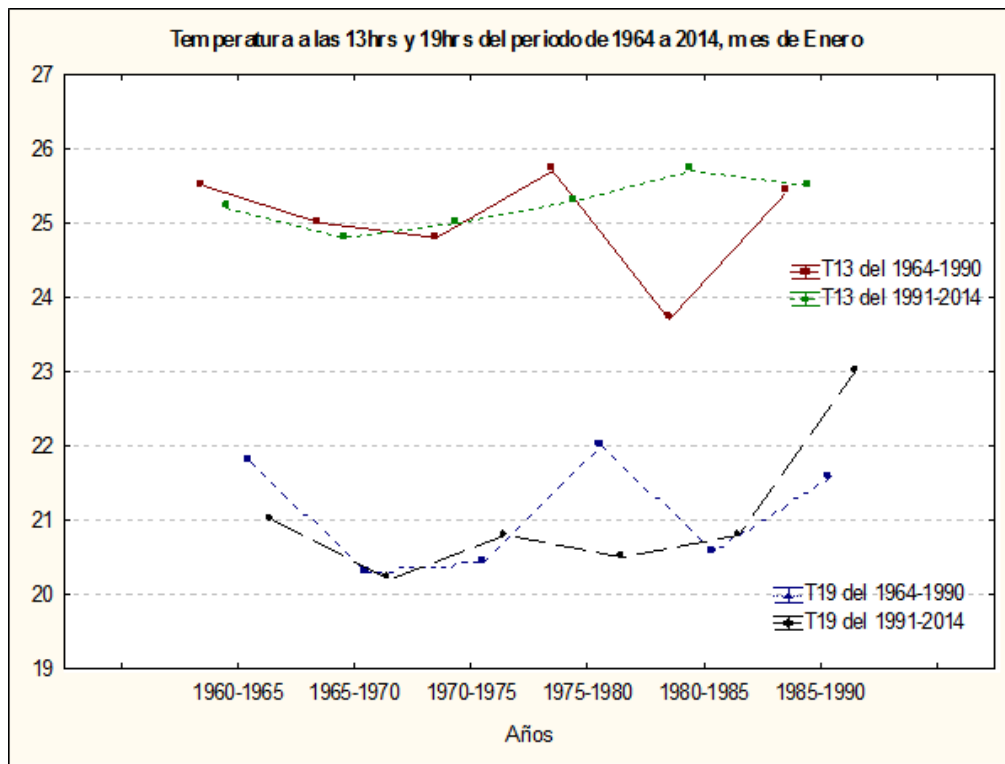
Figura 26 - Progreso de la humedad de 13 h y 19 h en la temporada de invierno entre los años 1964 a 2014



La humedad a las 19 h en los años de 1964 a 1990 y la humedad a las 13 h en los años de 1991 a 2014 presentan casi las mismas condiciones que la gráfica de temperatura en el periodo de invierno esto se muestra en la figura 25, por otro lado la humedad a las 13 h en los años de 1964 a 1990 muestra los porcentajes más bajos en humedad de todo el periodo de 1964 a 2014.

4.3. Resultados del mes de enero del año 1964 a 1990, y de 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h.

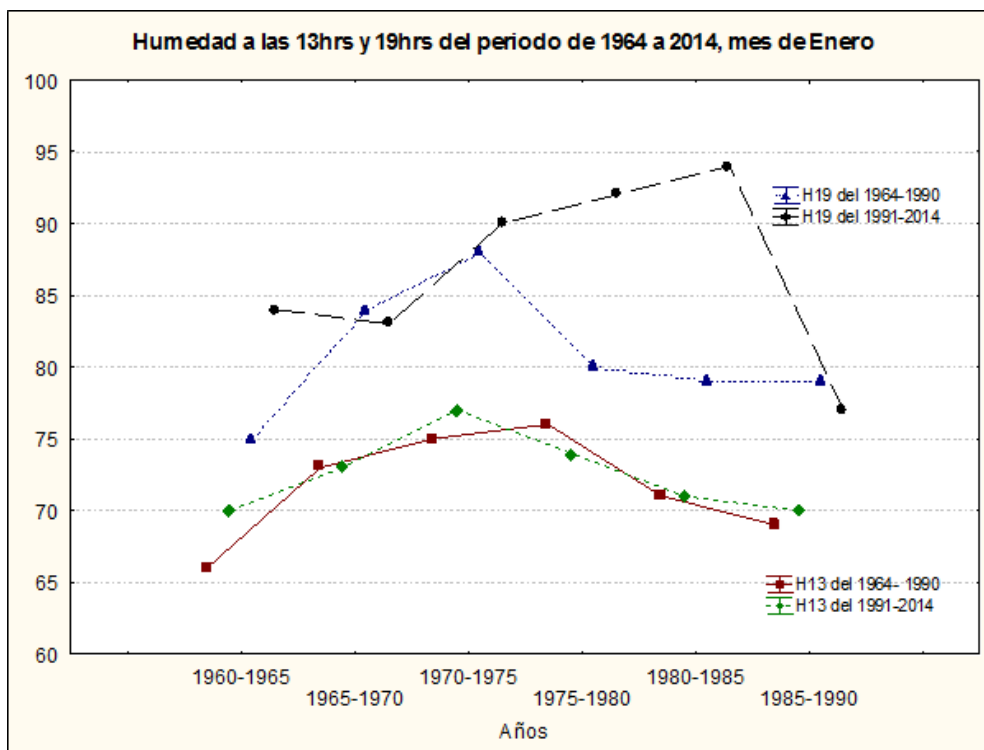
Figura 27 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en relación a los años de 1964 a 2014, mes de enero



En la figura 27 se muestra que entre 1964 y 1990 la T13h se tuvo como temperatura más baja entre (23.7 °C y 26 °C), pero al observar los resultados de 1991 a 2014, los valores más bajos oscilan de 23.6 a 24 °C, teniendo una tendencia ligeramente ascendente los años de 1991 a 2014; sin embargo en la temperatura a las 19 h en el periodo de 1964 a 1990 tiene un pico que resalta y tiene concordancia con el fenómeno de “El Niño” de septiembre de 1977 y enero de 1978 exactamente el mes analizado, mientras que la temperatura a las 19 h de

los años de 1991 a 2014 más estable, teniendo una ascendencia en los últimos años donde se ha dado mayor fuerza el desarrollo de construcciones teniendo su finalización en el periodo 2013 (ver figura 23), lo que muestra el efecto y variación en el tiempo de la temperatura. En otras palabras el microclima urbano es influenciado por las características del entorno urbano como lo son el diseño de edificios, la orientación de las calles, el tipo de actividad (Oke, 1987).

Figura 28 - Progreso de la humedad a las 13 h y a las 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de enero.

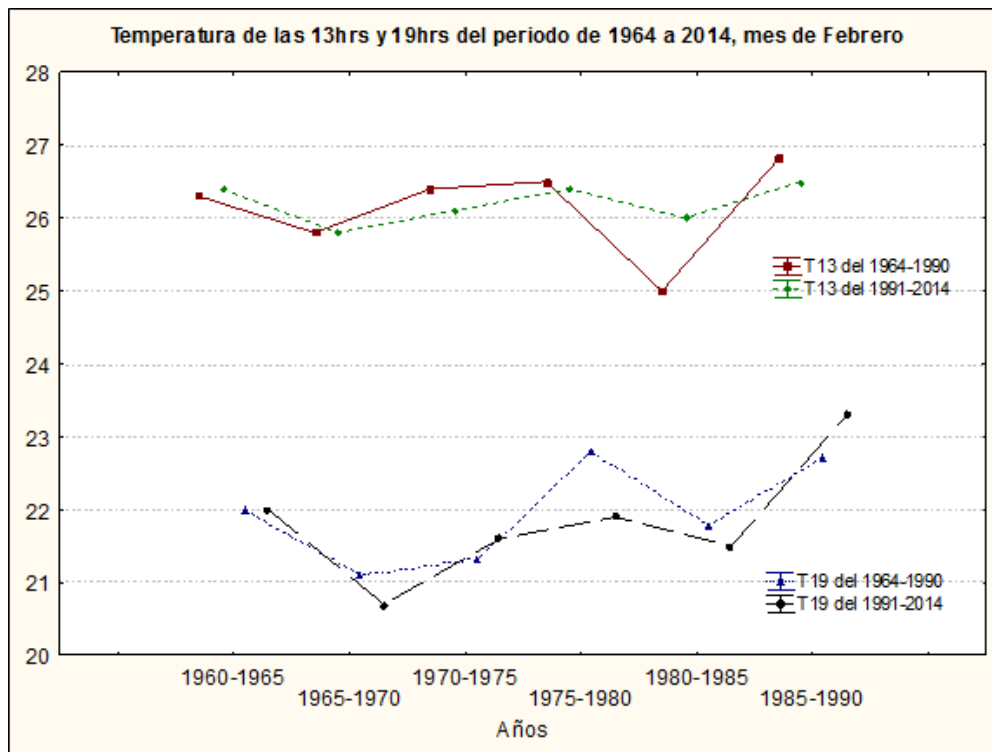


Se observa que el resultado de la humedad en 13 h en los periodos de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014 sigue la misma tendencia y sus variaciones son medianamente marcadas; sin embargo en la humedad a las 19 h en el periodo de 1991 a 2014 la humedad ha sufrido grandes alzas pero teniendo su registro más

bajo en los últimos años relacionándose así con las construcciones realizadas en el periodo 2012-2014 (ver figura 22). La urbanización modifica el uso de suelo, y artificialmente las condiciones climáticas a través del aumento de las temperaturas, disminución de la humedad, el aire y velocidad de viento, lo cual favorece la consolidación de islas de calor (Arnfield, 2003).

4.4. Resultados del mes de febrero del año 1964 a 1990, y de 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h.

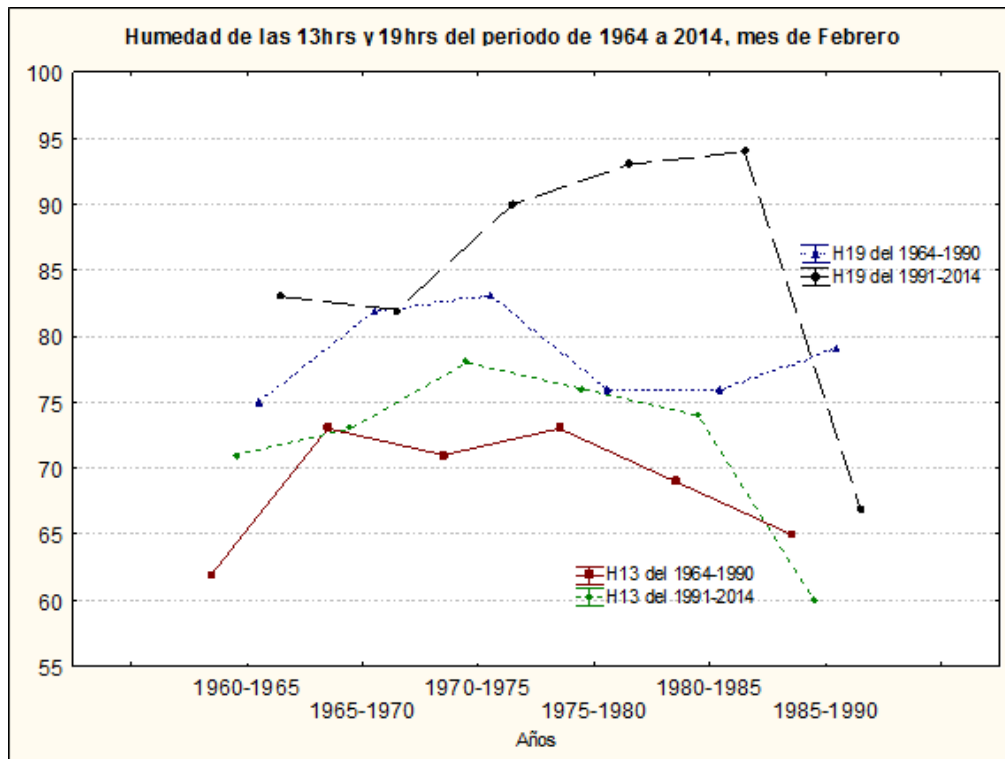
Figura 29 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de febrero.



Se aprecia que en las escalas de registros de temperatura en sus 13 h ha disminuido para el periodo de 1991 a 2014 a comparación de 1964 a 1990,

mostrando al mes de febrero como un mes sin mucha variación, pero con una disminución en el año de 1980 a 1985, la cual tiene concordancia con el fenómeno de “El Niño” de mayo de 1982 a junio de 1983, estando el mes de febrero dentro del fenómeno. Se observa también que en el mes de febrero los registros de temperatura a las 19 h al igual como en las 13 h no tuvo muchas variaciones de 1964 a 2014, pero sí registró su temperatura más alta en los años de 2012 a 2014 superando así el registro de 1964 a 1990 por 0,5 °C.

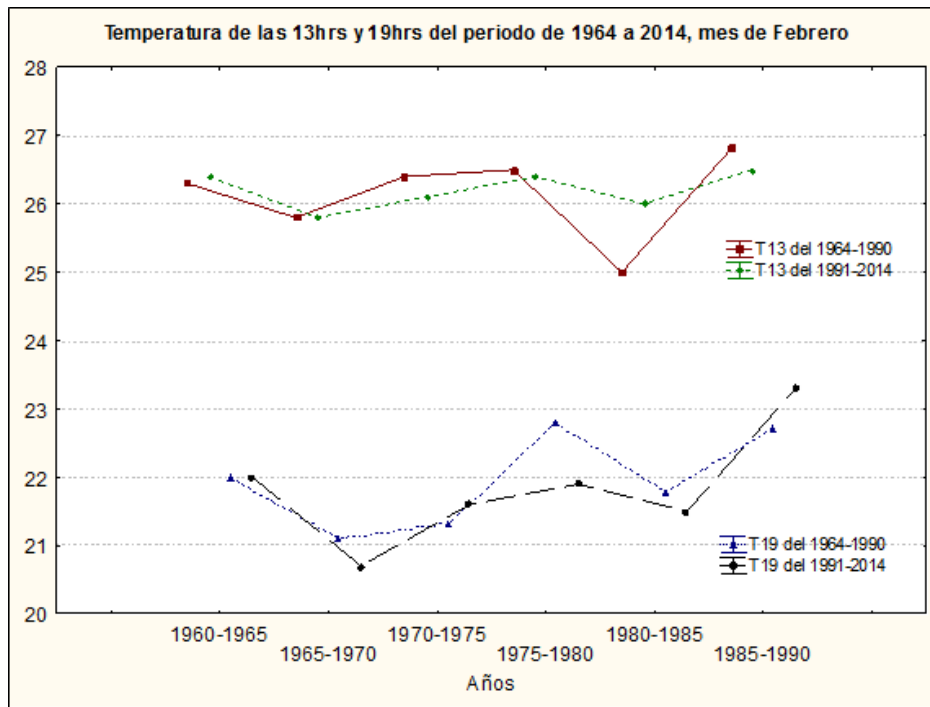
Figura 30 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de febrero.



La humedad ha seguido una secuencia tanto en las 13 h variando los registros cada vez más en los periodos de 1964 a 1990 y los de 1991 a 2014, pero disminuyendo de gran manera en los últimos años de 2012 a 2014, con registros de humedad al 60% por las tardes; observando el registro de las 19 h con mayor inestabilidad y aproximándose a los registros de humedad a las 13 h con un dato de 65% a 70% de humedad siendo febrero uno de los meses más cálidos, por ende mostrando menor humedad en el ambiente. Por otro lado la isla de calor urbano varia a lo largo del día, alcanzando su máximo efecto pocas horas después de la puesta de sol, esto debido a que la energía absorbida por las superficies urbanas es liberada lentamente en comparación con las superficies rurales (Jauregui, 1997; Saitoh, Shimada, & Hoshi, 1996; Lemonsu & Masson, 2002).

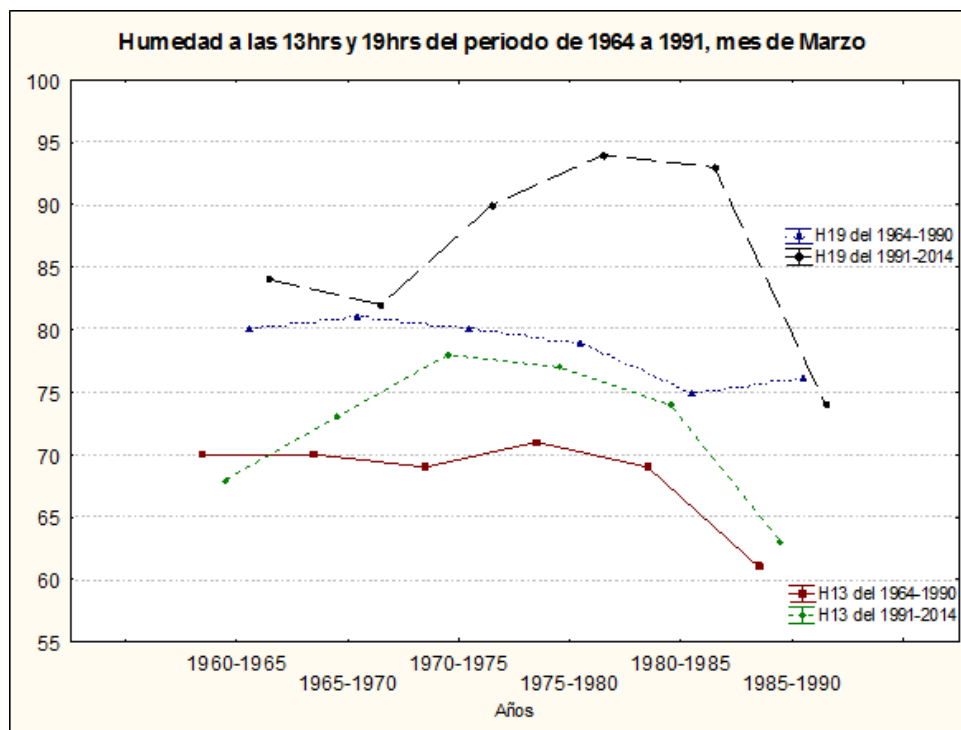
4.5. Resultados del mes de marzo del año 1964 a 1990, y de 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h.

Figura 31 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de marzo.



En el mes de marzo las temperaturas se mostraron más estables en ambos análisis, de 1964 a 1990 y de 1991 a 2014; sin embargo la escala de registros aumentó en 1 °C para el segundo periodo de 1991 a 2014 en la temperatura a las 19 h, afirmando nuevamente que la isla de calor urbano varía a lo largo del día, alcanzando su máximo efecto pocas horas después de la puesta de sol, esto debido a que la energía absorbida por las superficies urbanas es liberada lentamente en comparación con las superficies rurales (Jauregui, 1997; Saitoh, Shimada, & Hoshi, 1996; Lemonsu & Masson, 2002). Esto también se ve por la transformación del terreno asociado a las actividades urbanas modifica el clima urbano (Voogt & Oke, 2003).

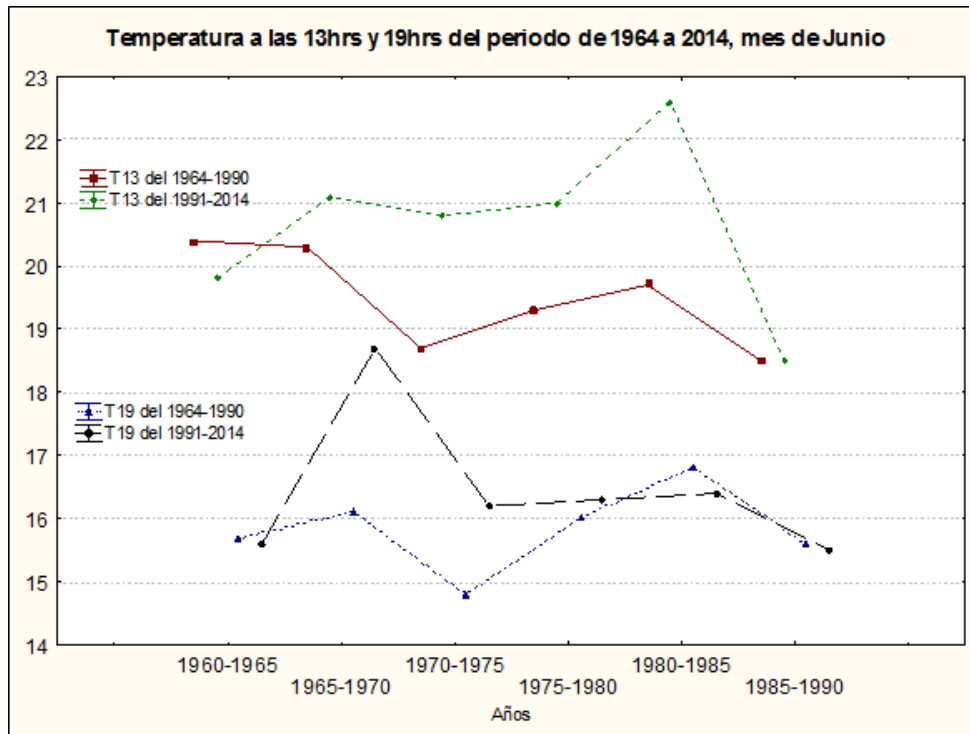
Figura 32 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años 1964 a 2014, mes de marzo.



La humedad a las 19 h dentro del periodo de 1964 a 1990 se mantuvo entre 75 % y 85 %, teniendo como registro más alto en el año de 1965 a 1970 con 80% a 85 % de humedad y el más bajo entre 75% y 77%, entre 1980 y 1985. Entre otros aspectos la humedad a las 13 h en el periodo de 1991 a 2014 se ha incrementado a comparación de los registros de 1964 a 1990 pese de llevar una curva en bajada en los últimos años llegando a casi igualar su registro más bajo de humedad entre 60% y 65 %. La gráfica también muestra que a pesar de que la temperatura fluctúa con un registro casi estables y siguiendo una tendencia, con la humedad no sucede lo mismo y esto también se ve reflejado en los análisis de correlación que se presentaron en las Tablas 7 y 8.

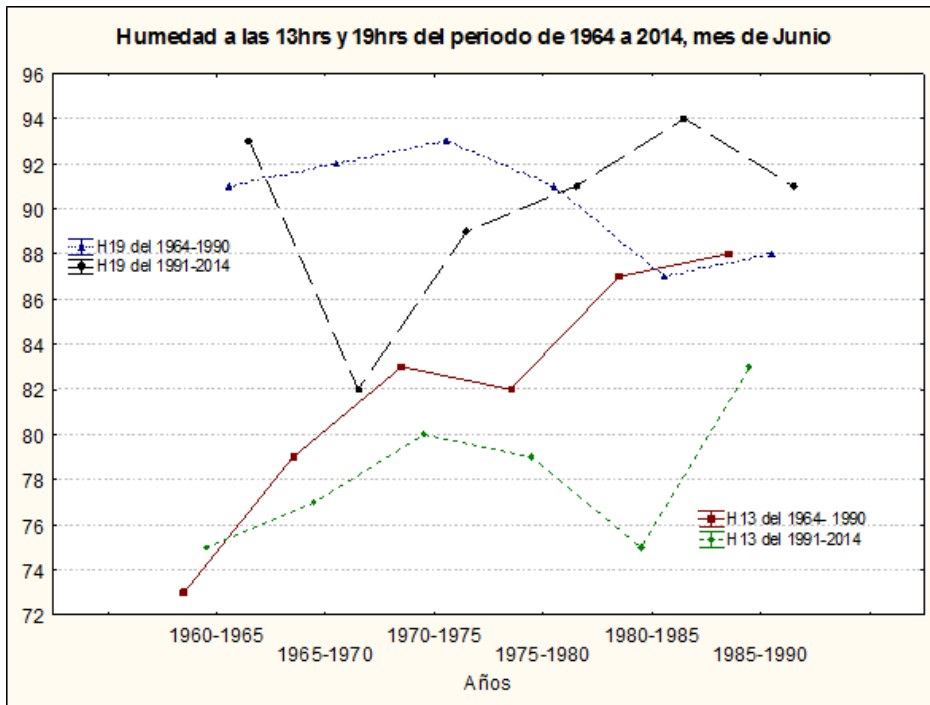
4.6. Resultados del mes de junio del año 1964 a 1990, y de 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h.

Figura 33 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en relación con a los años de 1964 a 2014, mes de junio.



La gráfica de la figura 33 muestra la relación de la temperatura de 13 h en el periodo de 1964 a 1990 y la temperatura 19 h de 1991 a 2014, las cuales son cercanas con una temperatura entre 18 °C y 19 °C; se observa también que la temperatura en 13 h y 19 h en los periodos de 1991 a 2014 tuvo tendencias bajas llegando a encontrarse con registros casi similares en ambos periodos (1964 a 1990 y 1991 a 2014). Entre las principales variables que modifican las temperaturas a escala de micro-clima se encuentran: radiación solar recibida por la superficie almacenada y reemitida a la atmósfera, coberturas (vegetación, agua, nieve) y uso de suelo, más las contribuciones que hacen las emisiones antropogénicas a la atmósfera urbana (Oke, 1987), esto puede explicar mejor el incremento y la similitud en las tendencias de las temperaturas de 13 h y 19 h en el periodo de 1964 a 2014.

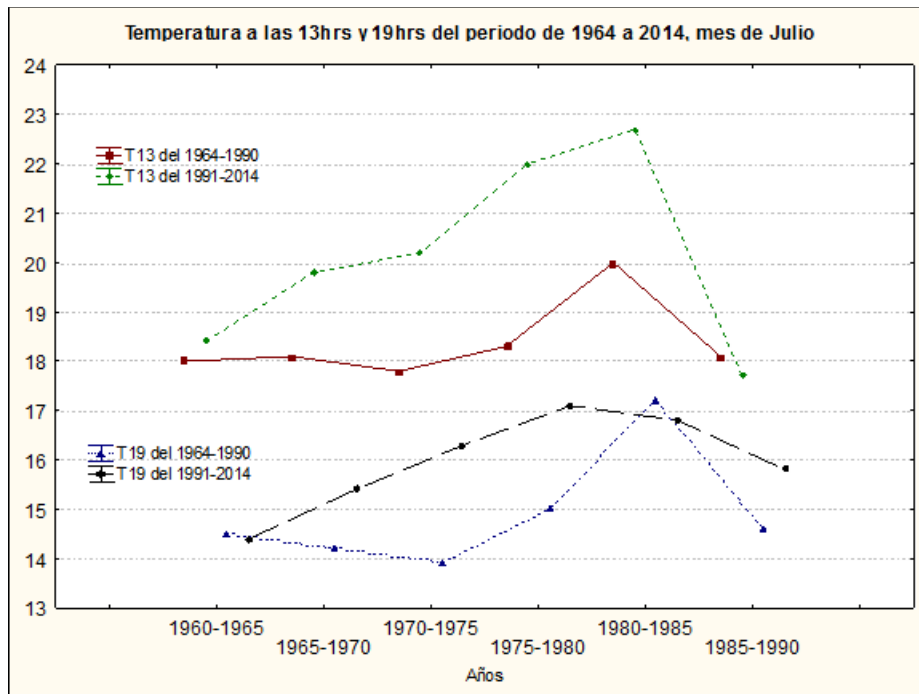
Figura 34 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de junio.



La gráfica de la figura 34 señala la variación significativa que tuvo la humedad a las 13 h teniendo una disminución en el periodo de 1991 a 2014, no está completamente relacionado con los resultados de la temperatura del mes de junio, ya que la disminución de la humedad es notable. Sin embargo la humedad a las 19 h muestra mayor inestabilidad sin fijar una tendencia marcada y teniendo un incremento en su registro entre 92% y 94% de humedad.

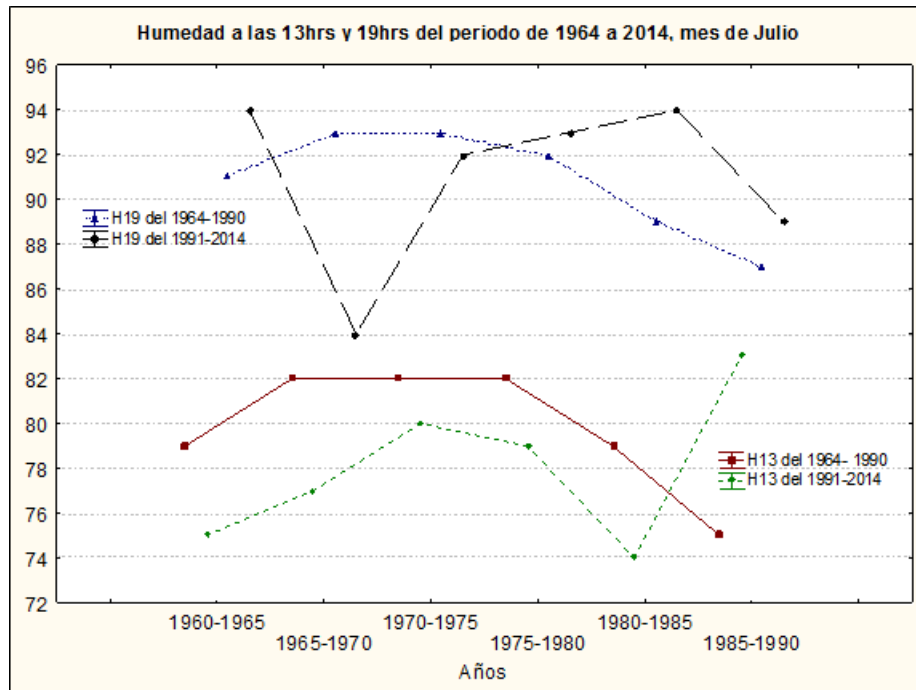
4.7. Resultados del mes de julio del año 1964 a 1990, y de 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h.

Figura 35 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de julio



Los inviernos de julio a las 13 h en los años de 1964 a 1990 oscilaron entre 17 y 20 °C; por otro lado entre los años de 1991 a 2014 las temperaturas a las 13 h han estado entre 17 y 23 °C, asimismo a las 19 h del periodo de 1964 a 1990 muestra su registro más alto de temperatura de 17 a 18 °C y la más baja de 13 a 14° C, dentro del periodo de 1991 a 2014 se tuvo una cercanía en los registros, es decir los datos fueron más estables, pero con disminución profunda en los últimos años, desde 2012 a 2014, donde quizás las aglomeraciones de edificaciones y/o ampliaciones genera islas de calor lo cual es favorecido por los edificios generando un aumento de la temperatura ambiental local a pesar de ser un mes frío, como lo es el mes de julio.

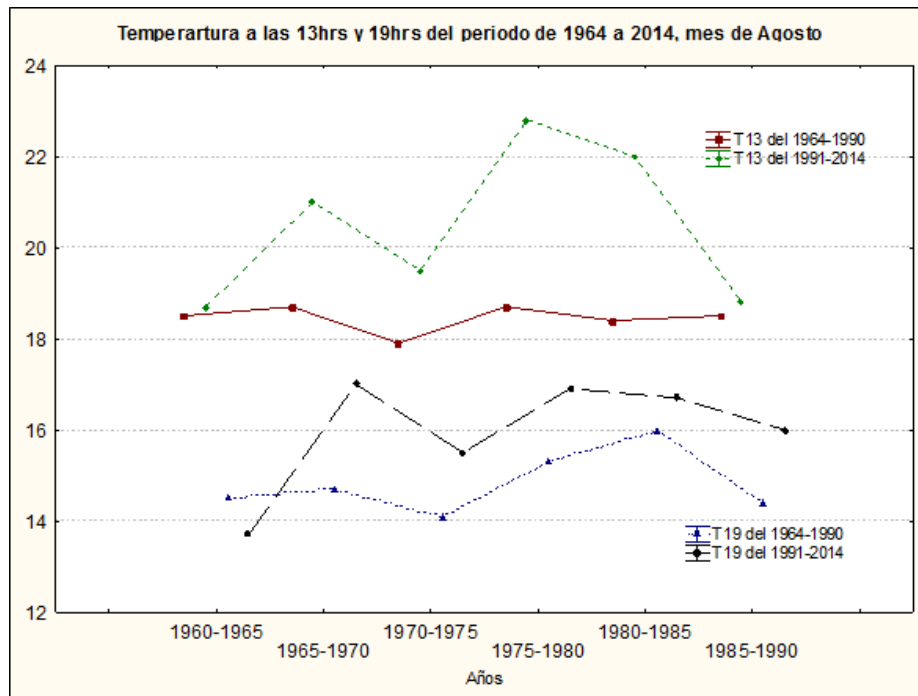
Figura 36 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de julio



Las gráficas muestran que la relación de la humedad en el mes de julio con el transcurrir de los años se ha visto cambiada. En el periodo de 1964 a 1990 los registros de humedad para 13 h están más estables de lo que se muestra en el periodo de 1991 a 2014, y sin ninguna relación con la secuencia de las 19 h del mismo periodo, algo que no se aprecia en la figura N° 35, mostrando nuevamente que puede haber otras variables aparte de la temperatura que puedan explicar mucho mejor el comportamiento de la humedad, como la dirección y velocidad de viento entre otros.

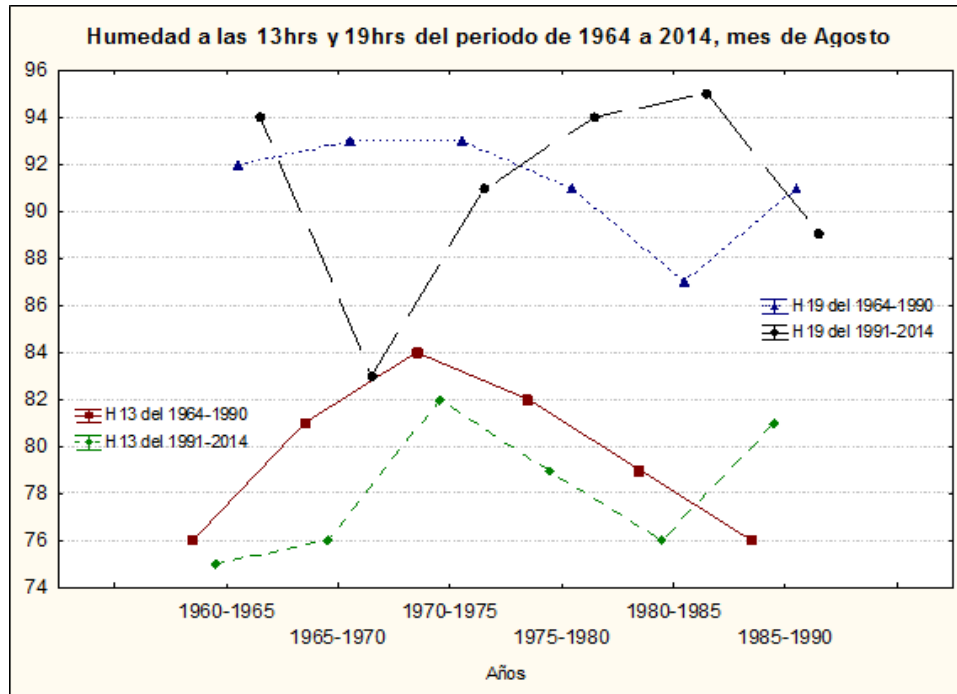
4.8. Resultados del mes de agosto del año 1964 a 1990, y de 1991 a 2014 a las 13 h y 19 h.

Figura 37 - Progreso de la temperatura a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de agosto.



La temperatura en las 13 h y 19 h en el periodo de 1964 a 1990 tiene más cercanía en sus registros, pero las temperaturas a las 13 h y 19 h en los años de 1991 a 2014 están más alejadas con una diferencia de 2 °C, también el periodo de 1964 a 1990 muestra mayor estabilidad en su temperatura a las 13 h estando en un equilibrio de 18 a 19 °C, mientras en el periodo de 1991 a 2014 su registro está entre 17 a 24 °C, mostrando mayor variedad en los registros en el mes. La temperatura a las 19 h en los años de 1991 a 2014 muestra la temperatura más baja de los 3 meses seleccionados en el periodo de invierno, con un registro entre 12 y 14 °C.

Figura 38 - Progreso de la humedad a las 13 h y 19 h en su relación a los años de 1964 a 2014, mes de agosto



La humedad tiene una secuencia en el periodo de 1964 a 1990 tanto en 13 h como en su registro de las 19 h; dentro del cual muestra su registro más elevado de 92 a 94% durante 1970 a 1975, y para las 13 h muestra de 82 a 84 % de humedad. En el periodo de 1991 a 2014 la humedad en 13 h como en 19 h se muestra más inestable con promedios más variados, mostrando así que la variación en la temperatura y humedad se ven afectados por un factor primordial, que es la acumulación de calor en el verano y de humedad en el invierno sobre las estructuras de edificaciones dentro del campus lo cual proviene de un cambio de uso de suelo y la urbanización, esto nos lleva al punto de encuentro entre el diseño urbano y el clima urbano, tiene una aproximación al urbanismo bioclimático, entendido como aquel que busca lograr zonas urbanas con un balance térmico (zonas confort) de acuerdo a la preexistencia de climáticas locales por

medio de un diseño urbano que potencie las condiciones (Tornero, Pérez, & Gómez, 2006). En la figura 38 se observa que el registro de temperatura más alto fue en los años 2012 a 2014 superando así el registro de 1964 a 1990, por 0.5 °C que se encuentran en la figura 29. Esto nos lleva al proceso del cambio de uso del suelo agrícola a suelo urbano en la UPeU, las áreas urbanas han modificado los aspectos del clima, en comparación con sus alrededores rurales, generando disminución de las áreas verdes dentro del campus. Estas condiciones son el mejor ejemplo documentado de los cambios producidos por el hombre sobre el clima. En la actualidad existe poca conciencia del clima en la planificación de la ciudad, debido en parte al poco o nulo desarrollo y difusión de los métodos de diseño y planificación integrales, que son los que toman en cuenta la relación ciudad-planificación-clima. Sin embargo, es muy reconocida la necesidad del diseño acorde con el clima, desde edificaciones individuales hasta la planificación regional, buscando mejorar las condiciones ambientales de la población en áreas urbanas y reduciendo los riesgos derivados de dichos efectos inadvertidos sobre el clima.

Lo cual nos lleva a aceptar las siguientes hipótesis estadísticas:

- Variable de la temperatura en 13 h y 19 h de 1964 a 2014, se acepta la hipótesis alternativa.
- Variable de la humedad en 13 h y 19 h de 1964 a 2014, se acepta la hipótesis alternativa.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- 1.- Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que el cambio de uso del suelo agrícola a suelo urbano (urbanismo) ha afectado en las variables climáticas (temperatura y humedad) eso se vio reflejado en los resultados de cada uno de los meses estudiados (enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto), en diferentes aspectos y proporciones, dicho esto se mostró que están relacionadas linealmente, sin embargo, la humedad puede ser explicada con otra variable climática que tenga mayor coeficiente de determinación que la temperatura debido a que se ha mostrado que su relación no es inversamente proporcional.

- 2.- Se recolecto los datos históricos climáticos de la Universidad Peruana Unión desde los años de 1964 a 2014, correspondiente a los meses de enero, febrero, marzo, junio, julio y agosto, con el fin de hacerla extensiva en esta investigación a la UPeU para que cuente en forma permanente con la información actualizada de las variables climáticas de temperatura y humedad para que puedan buscar beneficios de un medio urbano ordenado, en función del desarrollo de las distintas actividades que se desarrollan dentro de la UPeU y respetando las preexistencias del clima local.

RECOMENDACIONES

La UPeU necesita un plan de seguimiento y gestión para resolver los problemas de manera efectiva, y para eso deben hacer estudios con más variables climáticas.

Para los diferentes fines de investigación que se persigan, se pueden realizar diseños arquitectónicos y de urbanismo bioclimático, que permitan el máximo nivel de confortabilidad, y aprovecharían las condiciones naturales preexistentes, lo que permitiría atender las necesidades de calefacción y refrigeración por barrios y conocer el gasto energético y las implicancias económicas y ambientales relacionadas.

Para posteriores estudios se sugiere utilizar las imágenes de satélite multiespectral que tienen la capacidad de detectar cambios en el uso y cobertura del suelo en una escala que pueden ser utilizados por los planificadores urbanos.

Así como profundizar en el análisis de las condiciones climáticas de la localidad y los efectos inadvertidos creados por la urbanización. La densidad urbana, como propuesta de sustentabilidad, debe ser analizada en detalle en función de las preexistencias climáticas de la ciudad y la región que la soporta, antes de ser planteada como una solución cerrada ante el problema de la expansión urbana.

REFERENCIAS

- Aekbal Salleh, S., Zulkiflee Adv, L., Naim Wan Mohd, W., & Chan, A. (2013). Factors Contributing to the Formation of an Urban Heat Island in Putrajaya, Malaysia. *sciencedirect*, 840-850. doi:10.1016/j.sbspro.2013.11.086
- Agencia Andina. (2013). En Lima Metropolitana existen entre 6 y 8 microclimas. Perú Verde.
- Ahmed Memon, R., Leung Y.C, D., & Chunho, L. (2008). A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island. *Journal of Environmental Sciences*, 120-128.
- Ai, T., Mak, M., & Niu, L. (2013). Numerical investigation of wind-induced airflow and interunit dispersion characteristics in multistory residential buildings. *INDOOR AIR*, 23(5), 417-429. doi:10.1111/ina.12041
- Ai, Z., & Mak, C. (2014). Modeling of coupled urban wind flow and indoor air flow on a high-density near-wall mesh: Sensitivity analyses and case study for single-sided ventilation. *Environmental Modelling & Software*, 60, 57-68. doi:10.1016/j.envsoft.2014.06.010
- Akbari, H., & Taha, H. (1992). The impact of trees and white surfaces on residential heating and cooling energy use in four Canadian cities. *Energy*, 141-149. doi:10.1016/0360-5442(92)90063-6
- Alcaldía de Medellín. (2006). Usos del suelo Urbano. Departamento Administrativo de Planeación , Medellín. Recuperado el 30 de Marzo de 2015, de

<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Plan%20de%20Desarrollo/Secciones/Informaci%C3%B3n%20General/Documentos/POT/UsosSueloUrbano.pdf>.

Alcoforado, M., & Matzarakis, A. (2010). Planning with urban climate in different climatic zones. *Geographica*, 5-39.

Amat y León, C. (2008). *El cambio climático no tiene fronteras: Impacto del cambio climático en la Comunidad Andina*. Madrid: Libelula Comunicación, Ambiente y Desarrollo.

Arnfield, J. (2003). Two Decades of Urban Climate Research: A Review of Turbulence, Exchanges of Energy and Water, and the Urban Heat Island. *International Journal of Climatology*, 23(1), 23-26. doi:DOI: 10.1002/joc.859

Asimakopoulou, D., Assimalopoulou, V., Chrisomallidou, N., Klitsikas, N., Mangold, N., Santamouris, M., & Tsangrassoulis, A. (2001). *Energy and climate in the urban built environment*. (James & James, Ed.) Atenas: M. Santamouris. Recuperado el 20 de Junio de 2014, de http://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=_r_9lPbjxX8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Energy+and+Climate+in+the+Urban+built+Environment.+London&ots=4BddNAf_9Z&sig=Y2bWdpM6X2K_zVcgbyQiunB4ic8#v=onepage&q=Energy%20and%20Climate%20in%20the%20Urban%20built%20Environment

Bambaren, C. (2013). *Impacto Ambiental de la Operación de un Hospital Público en la ciudad de Lima-Perú*. Lima: Instituto Nacional de Salud del Niño. Recuperado el 30 de Junio de 2014

- Bavera, G., & Béguet , H. (2003). Cursos de produccion bovina de carne. Obtenido de www.produccion-animal.com.ar: www.produccionbovina.com
- Bazant, J. (2007). Manual de diseño urbano. D.F: Trillas.
- Bridgman, A., & Oliver, J. (2006). The Global Climate System, Patterns , Processes, and teleconnections . UniversityPress, Cambridge.
- Burton, A., Snyder, R., & Leach, W. (1995). Damp cold vs. dry cold: Specific effects of humidity on heat exchange of unclothed man. *Appl Physiol*, 269-278.
- Buyadi , S., Mohd, W., & Misni, A. (2013). Impact of Land Use Changes on the Surface Temperature Distribution of Area Surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 101, 516-525. doi:10.1016/j.sbspro.2013.07.225
- Camuffo, D. (2014). Microclimate for Cultural Heritage. *Microclimate for Cultural Heritage*, 2, 3-47. doi:10.1016/B978-0-444-63296-8.00001-9
- Camuffo, D., Sturaro, G., & Valentino, A. (1999). Urban Climatology Applied to the Deterioration of the Pisa Leaning Tower, Italy. *Theoretical and Applied Climatology*, 223-231.
- Chadchan, J., & Shankar, R. (2009). Emerging urban development issues in the context of globalisation. *Journal of ITPI (Institute of Town Planners India)*, 6(2), 78-85. Recuperado el 10 de Julio de 2014
- Chen, J. (2007). Rapid urbanization in China: A real challenge to soil protection and food security. *CATENA*, 69(1), 1-15. doi:10.1016/j.catena.2006.04.019

Chicas Molina, J. C. (2012). Morfología urbana y clima urbano, estudio de microclimas urbanos en Santiago de Chile, mediante la aplicación del concepto de cañon urbano de índices de confort térmico. Santiago de Chile, Chile: Instituto de estudios urbanos y territoriales. Recuperado el 14 de Junio de 2014, de <http://www.estudiosurbanos.uc.cl/investigacion/tesis/item/morfologia-urbana-y-clima-urbano-estudio-de-microclimas-urbanos-en-santiago-de-chile-mediante-la-aplicacion-del-concepto-de-cañon-urbano-e-indices-de-confort-termico>

Chu, W., Chen, Y.-P., Xu, Z.-W., & Lee, W.-J. (2011). Multiregion short-term load forecasting in consideration of HI and load/weather diversity. *Industrial & Commercial Power Systems Technical Conference - Conference Record 2009 IEEE* (págs. 222-237). Calgary: IEEE Conference Publications . doi:10.1109/ICPS.2009.5463968

Cotton, W., & Pielke, R. (2007). *Human Impacts on Weather and Climate*. Cambridge: Cambridge University Press.

Cuartas, R. (2007). Caracterización de las Variables Climáticas para el perímetro urbano de la ciudad Manizales para el periodo comprendido entre 2006 y marzo 2007. Facultad de Ingeniería y Arquitectura Sede Manizales. Recuperado el 5 de Junio de 2014

Cui, L., & Shi, J. (2012). Urbanization and its environmental effects in Shanghai , China. *sciencedirect*, 2, 1-15. doi:10.1016/j.uclim.2012.10.008

Cui, L., & Shi, J. (2012). Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China. *Urban Climate*, 1-15. doi:10.1016/j.uclim.2012.10.008

- Cui, L., & Shi, J. (2012). Urbanization and its environmental effects in Shanghai, China. *Urban Climate*, 2, 1-15. doi:10.1016/j.uclim.2012.10.008
- De la Flor , F., & Domínguez , S. (2004). Modelling microclimate in urban environments and assessing its influence on the performance of surrounding buildings. *Energy and Building*, 36, 403-413. doi:10.1016/j.buildenv.2009.12.003
- De la Flor, F., & Domínguez, S. (2004). Modelling microclimate in urban environments and assessing its influence on the performance of surrounding buildings. *Energy and Buildings*, 36, 403-413. doi:10.1016/j.enbuild.2004.01.050
- Dobie, P. (2001). The global drylands partnership CIDA UNSO UNDP/GEF IIED IUCN WWF NEF. . Nairobi: UNDP.
- Earth, G. (2013). Sistema de Posicionamiento Global. Lima, Lima, Perú.
- Erell, E., Pearlmutter, D., & Williamson, T. (2011). *Urban Microclimate : Designig the Spaces Between Buildings* (Vol. 1st ed.). London: Earthscan Ltd.
- Etheridge, D., & Wiley, J. (2012). Natural Ventilation of Buildings Theory Measurement and Design. *International Journal of Ventilation*, 10(4), 405-406. Recuperado el 3 de Julio de 2014
- Ever. (2007). Pronósticos de precipitación para el departamento de Puno. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Lima. Recuperado el 9 de Enero de 2014
- Fang, Y., Shen, S., Han, Y., Yang, S., & Yin, N. (2011). A study of seasonal urban heat environment in Beijing based on TM image. *Clim Environ Res*, 16(4), 487-493.

Figueras. (2003). Análisis de conglomerados o cluster. Universidad de Madrid, Madrid.

Recuperado el 10 de Junio de 2014

Foster, S. (2001). The interdependence of groundwater and urbanisation in rapidly developing cities. *Urban Water*, 3(3), 185-192. doi: 10.1016/S1462-0758 (01) 00043-7

Gao, N., Niu, J., Perino, M., & Heiselberg, P. (2008). The airborne transmission of infection between flats in high-rise residential buildings: Tracer gas simulation. *Building and Environment*, 43(11), 1805-1817. doi:10.1016/j.buildenv.2007.10.023

Georgi, J. N., & Dimitriou, D. (2010). The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. *Building and Environment*, 1401-1414. doi:10.1016/j.buildenv.2009.12.003

Georgi, J., & Dimitriou, D. (2010). The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece. *Building and Environment*, 45, 1401-1414. doi:10.1016/j.buildenv.2009.12.003

González, J., Lluvall, J., Rickman, D., Comarazamy, D., Picón, A., Harmase, E., Tepley, C. (2005). Urban heat islands developing in coastal tropical cities. *EOS Transactions, AGU*, 86(42), 397-403. Obtenido de <http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-33746375043&origin=inward&txGid=40A0A264E5B214E9F0D46F3FABB65F0D.fM4vPBipdL1BpirDq5Cw%3a2>

- Görlach, B., Landgrebe-Trimkunaite, R., & Interwies, E. (2004). *Assesing the Economic Impacts of Soil Degradation*. Berlín: European Commission, DG Environment.
- Grossman-Clarke, S., Zehnder, J., Loridan, T., Grimmond, C., & Sue, B. (2010). Contribución del uso de la tierra cambia a la temperatura del aire cerca de la superficie en los últimos eventos de calor extremo del verano en el área metropolitana de Phoenix. *Journal of Applied Meteorología y Climatología*, 49(8), 1649-1664. doi:10.1175/2010JAMC2362.1
- Haghghat, F., Brohus, H., & Rao, J. (2000). Modelling air infiltration due to wind fluctuations - a review. *Building and Environment*, 35(5), 377-385. doi:10.1016/j.buildenv.2007.10.023
- Hope, K. R. (1986). Urbanization and economic development in the third world. *Cities*, 3(1), 41-57. doi:10.1016/0264-2751(86)90005-3
- Imprenta Unión. (2008). XXV Aniversario Universidad Peruana Unión 1983 - 2008. ECO, 197. Recuperado el 15 de Septiembre de 2014
- IPCC. (2007). *Climate Change. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the* (págs. 2-4). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Recuperado el 30 de Junio de 2014
- IPCC. (2013). *Cambio Climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Suiza: OMM, PNUMA. Recuperado el 25 de junio de 2014

- Jago-on, K., Jago-on, B., Kaneko, S., Fujikura, R., Fujiwara, A., Imai, T., Taniguchi, M. (2009). Urbanization and subsurface environmental issues: an attempt at DPSIR model application in Asian cities. *The Science of the total environment*, 407(9), 3089-104. doi:10.1016/j.scitotenv.2008.08.004
- Jauregui, E. (1997). Heat island development in Mexico City. *Atmospheric Environment*, 31, 3821-3831. doi:10.1016/S1352-2310(97)00136-2
- Kim, Y., & Baik, J. (2005). Spatial and temporal structure of the urban heat island in Seoul. *Journal of Applied Meteorology*, 44, 591-605. doi:DOI: 10.1175/JAM2226.1
- Kłysik, K., & Fortuniak, K. (1999). Temporal and spatial characteristics of the urban heat island of Łódź, Poland. *Atmospheric Environment*, 33, 3885-3895. doi:10.1016/S1352-2310(99)00131-4
- Lavado, R. (2010). Análisis espacio temporal de la precipitación y temperatura en zonas de montaña del Perú. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 15-23.
- Ledesma, M. (2011). *Principios de Meteorología y Climatología (Vol. 1)*. Madrid, España: Paraninfo.
- Lemonsu, A., & Masson, V. (2002). Simulation of a Summer Urban Breeze Over Paris. *Boundary Layer Meteorology*, 104, 463-490.
- Lezaun, M. (2002). Predicción del tiempo y matemáticas. *Departamento de matemáticas aplicadas, estadística e I.O*, 12-16.

- Li , B., & Yao, R. (2009). Urbanisation and its impact on building energy consumption and efficiency in China. *Renewable Energy*, 34(9), 1994-1998. doi:10.1016/j.renene.2009.02.015
- Liu, J., & Diamond, J. (2005). China's environment in a globalizing world. *Nature* 435, 1179-1186. doi:10.1038/4351179
- Magrin , G., Gay, C., Cruz , D., Jimenez, J., Moreno, A., Nagy, R., Villamizar , A. (2007). Latin America. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, .P., van der Linden, P.J and Hanson, C.E (Eds.). Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge, UK. Recuperado el 17 de Febrero de 2015, de <https://www.ipcc-wg2.gov/AR4/website/13.pdf>
- Maldonado, J. (2012). Cuerpo Facultativo de Metereólogos. Obtenido de <http://www.eltiempo.es>: <http://www.eltiempo.es>
- Martínez-Zarzoso, I., & Maruotti, A. (2011). The impact of urbanization on CO2 emissions: evidence from developing countries. *Ecological Economics*, 70(7), 1344-1353. doi:10.1016/j.ecolecon.2011.02.009
- Mavrogianni, A., Wilkinson, P., Davies, M., Biddulph, P., & Oikonomou, E. (2012). Building characteristics as determinants of propensity to high indoor summer temperatures in London dwellings. *Building and Environment*, 117-130. doi:10.1016/j.buildenv.2011.12.003

- Mills, G., Cleugh, R., Emmanuel, R., Endlicher, W., Errell, E., McGranahan, G., Steemer, K. (2010). Climate Information for Improved Planning and Management of Mega Cities (Needs Perspective). *Procedia Environmental Sciences*, 1, 228-246. doi:10.1016/j.proenv.2010.09.015
- MINAN. (2012). Portal de Cambio Climático. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe>
- Montealegre, J. (2004). Escalas de la Variabilidad Climática. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Recuperado el 2 de Julio de 2014
- Montgomery, D. (2002). Diseño y análisis de experimentos (Vol. Segunda Edición). (R. Piña García, Trad.) D.F, México: Limusa Wiley S.A. Recuperado el 2 de Marzo de 2014
- Nagendra, H., Sudhira, H., Katti, M., Tengö, M., & Schewenius, M. (2014). La urbanización y su impacto sobre el uso de la tierra, la biodiversidad y los ecosistemas en la India. 169-178.
- Nations, U. (2007). State of the world population 2007: unleashing the potential of urban growth. United Nations Population Fund. Obtenido de http://www.unfpa.org/webdav/site/global/shared/documents/publications/2007/695_filename_sowp2007_eng.pdf
- Oglesby, R., & Rowe, C. (2010). La Ciencia del Cambio Climático. New York: Banco Interamericano de desarrollo.

- Oke, T. (1987). *Boundary Layer Climate*. London: Routledge.
- Oldeman, L., Hakkeling, R., & Sombroek, W. (1991). *World Map of the status of human-Induced soil degradation*. Wageningen. GLASOD - ISRIC.
- Padilla. (2009). *Análisis de regresión y correlación*. Lima, Perú.
- Patz, J., Lendrum, D., Holloway, T., & Foley, J. (2005). Impact of regional climate change on human health. *Nature* 438, 310-317. doi:10.1038/nature04188
- Piarfon, B. (2004). *Modificaciones micro climáticas en el bosque debido a las intervenciones silviculturales*.
- Plata, W., Gómez, M., & Bosque, J. (2009). Cambios de usos del suelo y expansión urbana en la comunidad de Madrid (1990-2000). *REVISTA ELECTRÓNICA DE GEOGRAFÍA Y CIENCIAS SOCIALES*, XIII(293). Recuperado el 16 de Marzo de 2015, de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-293.htm>
- Ren, C., Ng, E.-y., & Katzschner, L. (2011). Urban climatic map studies: a review. *International Journal of Climatology*, 31, 2213-2233. doi:10.1002/joc.2237
- Reyes, E. (2013). *Tipos de climas y microclimas*. Sevilla: Sevilla.
- Romero, H., & Vásquez, A. (2005). Evaluación ambiental del proceso de urbanización de las cuencas del piedemonte andino de Santiago de Chile. *EURE*, 31(94), 97-117. Recuperado el 14 de Junio de 2014, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttex&pid=

Rosenfeld, A. H., & Romm, J. (2000). Policies to reduce heat islands magnitudes of benefits and incentives to achieve them. ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, 9(177), 1-14. Recuperado el 10 de Julio de 2014, de <http://energy.lbl.gov/EA/reports/38679.pdf>

Rothfusz, L. (1990). The Heat Index " Equation " (or , More Than You Ever Wanted to Know About Heat Index). Obtenido de Fort Worth, TX.: http://www.srh.noaa.gov/images/ffc/pdf/ta_htindx.PDF

Saavedra, M. (2011). Caracterización climática de la circulación atmosférica en América del Sur Climatic characterization of the atmospheric circulation in South America. Eventos Física, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor de San Marcos, 1-7. Recuperado el 30 de Junio de 2014

Saitoh, T., Shimada, T., & Hoshi, H. (1996). Modeling and simulation of the Tokyo urban heat island. Atmospheric Environment, 3431-3442. doi:10.1016/1352-2310(95)00489-0

Santamouris, M., Asimakopoulos, D., Assimakopoulos, V., Chrisomallidou, N., Klitsikas, N., Mangold, D., & Tsangrassoulis, A. (2001). Energy and climate in the urban built environment. (M. Santamouris, Ed.) Atenas: James & James. Recuperado el 20 de Junio de 2014, de http://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=_r_9IPbjxX8C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Energy+and+Climate+in+the+Urban+built+Environment.+London&ots=4BddNAf_9Z&sig=Y2bWdpM6X2K_zVcgbyQiunB4ic8#v=onepage&q=Energy%20and%20Climate%20in%20the%20Urban%20built%20Environment

Sarricolea, P., Aliste, E., Castro, P., & Escobedo, C. (2008). Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos. *Revisata de Climatologia*, 8, 71-84. Recuperado el 9 de Julio de 2014, de <http://webs.ono.com/reclim3/reclim08f.pdf>

SENAMHI. (2008). Servicio Nacional de Metereologia e Hidrologia del Perú - SENAMHI. Recuperado el 20 de Julio de 2015, de Servicio Nacional de Metereologia e Hidrologia del Perú - SENAMHI: <http://www.senamhi.gob.pe/?p=0814>

SENAMHI. (2013). Microclimas en Lima metropolitana. pág. 6. Recuperado el 15 de Junio de 2014, de <http://www.andina.com.pe/espanol/noticia-en-lima-metropolitana-existen-entre-6-y-8-microclimas-464634.aspx#.U8S4GvmSz2M>

SENAMHI. (2013). Microclimas en Lima Metropolitana . Lima: Dirección de Pronósticos del Eervicio Nacional de Metereologia e Hidrología.

Shao, M., Tang, X., Zhang, Y., & Li, W. (2006). Environmental pollution of city clusters in China: current situation and challenges. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(7), 353-361. doi:10.1890/1540-9295

Sherbinin, A., Schiller, A., & Pulsipher, A. (2007). The vulnerability of global cities to climate hazards. *Environment and Urbanization*, 19(1), 39-64. doi:10.1177/0956247807076725

- Siciliano, G. (2012). Urbanization strategies, rural development and land use changes in China: A multiple-level integrated assessment. *Land Use Policy*, 29(1), 165-178. doi:10.1016/j.landusepol.2011.06.003
- Smith, R., & Smith, T. (2001). *Ecología*. Madrid: Pearson Educación.
- Tornero, J., Pérez, J., & Gómez, F. (2006). Ciudad y confort ambiental: estado de las cuestión y aportaciones recientes. *Cuadernos de Geografía*.
- United Nations. (2007). World urbanization prospects: the 2007 revision. Population Division of the Department of Economic and Social Affairs. Obtenido de http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf
- Vásquez, N. (2007). Cambio climatico org.
- Vergara, K. (2011). Variabilidad Climática ,Percepción Ambiental y Estrategias de Adaptación de la Comunidad de Conchucos ,Ancash. Pontifice Universidad Católica del Perú, 11-67.
- Voogt, J., & Oke, T. (2003). Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, 86(3), 370-384. doi:10.1016/S0034-4257(03)00079-8
- Wang, H., & Chen, Q. (2012). A new empirical model for predicting single-sided, wind-driven natural ventilation in buildings. *Energy and Buildings*, 54, 386-394. doi:10.1016/j.enbuild.2012.07.028

- Winterling, G. (2009). News4Jax.com. Recuperado el 1 de Julio de 2014, de News4Jax.com: <http://www.news4jax.com/news/George-Winterling-A-Lifelong-Passion-For-Weather/2047548>
- Yan, H., Wang, X., Hao, P., & Dong, L. (2012). Study on the microclimatic characteristics and human comfort of park plant communities in summer. *Procedia Environmental Sciences*, 755-765.
- Yuan, F. (2008). Land-cover change and environmental impact analysis in the Greater Mankato area of Minnesota using remote sensing and GIS modeling. *International Journal of Remote Sensing*, 29(4), 1169-1184. doi:10.1080/01431160701294703
- Zhang, C., Chen, F., Miao, S., Li, Q., Xin, X., & Xuan, C. (2009). Impacts of urban expansion and future green planting on summer precipitation in the Beijing metropolitan area. *Journal of Geophysical Research*, 114(D2). doi:10.1029/2008JD010328
- Zhang, K., & Song, S. (2003). Rural–urban migration and urbanization in China: Evidence from time-series and cross-section analyses. *China Economic Review*, 14(4), 386-400. doi:10.1016/j.chieco.2003.09.018
- Zhao, S., Da, L., Tang, Z., Fang, H., Song, K., & Fang, J. (2006). Ecological consequences of rapid urban expansion: Shanghai, China. *Frontier in Ecology and Environment*, 4(7), 341-346. doi:10.1890/1540-9295(2006)004[0341

Zhou, L., Dickinson, R., Tian, Y., Li, Q., Kaufmann, R., Tucker, C., & Myneni, R. (2014).

Evidence for a significant urbanization effect on climate in China. *PNAS*, 101(26), 9540-9544. doi:10.1073/pnas.0400357101

Zhuang , X., & Zhao, S. (2014). Effects of land and building usage on population, land

price and passengers in station areas: A case study in Fukuoka, Japan. *Frontiers of Architectural Research*, 3(2), 199-212. doi:10.1016/j.foar.2014.01.004

ANEXOS

Anexo 1. Instalación de la estación meteorológica en el punto de monitoreo



Figura 13 - Ubicación del punto de monitoreo



Figura 14 - Medición de los datos geográficos con el GPS



Figura 15 - Medición de los datos geográficos con el GPS



Figura 16 - Medición de velocidad y dirección viento.



Figura 17 - Excavación en el terreno



Figura 19 - Colocación de la estación meteorológica en el soporte



Figura 19 - Configuración de la consola de la estación meteorológica



Figura 20 -Verificación después de las 12 h de consola

Anexo 2. Mapa general de Universidad Peruana Unión

Anexo 3. Mapa topográfico de la Universidad Peruana Unión

Anexo 4. Informe de apertura del año electivo 2014



INFORME DE APERTURA DEL AÑO LECTIVO DE 2014

DE LA INSTITUCIÓN SUPERIOR / UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN PARA LA UNIÓN

Nombre del Rector/Director: DR. TEODOSIA MAXIMINA CONTRERAS CASTRO Correo electrónico: maxi@upeu.edu.pe
 Dirección de la Inst.Sup./Universidad CARRETERA CENTRAL KM 19 - ÑAÑA
 Ciudad/Municipio: LIMA Provincia/Departamento LIMA
 Dirección postal: _____ Teléfono: 618-6300 Correo electrónico: rectorado@upeu.edu.pe
 Año que comenzó a funcionar oficialmente la Inst. Sup./Universidad 1984
 N° de Voto de la última Acreditación por la AAA _____ Año próxima visita de Acreditación por la AAA 2014

FECHA PARA PRESENTAR EL INFORME EN LA UNIÓN: 30 de Marzo Y EN LA DSA: 10 DE ABRIL

OBSERVACIONES: Antes de completar las informaciones solicitadas lea con atención las orientaciones al final del formulario.

FACULTAD Nombre del Decano Carreras	ALUMNOS					PROFESORES													
	N° de Resolución Ministerial de la carrera	Voto de Acreditación de la Carrera por AAA	TOTAL DE ALUMNOS MATRICULADOS	Adventistas	No Adventistas	Internos	Externos	TOTAL	Adventistas	No Adventistas	Graduados del nivel superior en instituciones adventistas	Con formación denominacional	Con título requerido para la disciplina que dicta	Obrero credenciado	Com título de Maestría concluido	Com título de Doctorado concluido	Estudiante Maestría	Estudiante Doctorado	Total de Personal no docente
FACULTAD: Ciencias Empresariales																			
Decano: Mg. Edwin Octavio Cisneros Gonzáles																			
Carreras:																			
Administración y Negocios Internacionales			368	267	101	56	312												
Administración - Mención: Gestión Empresarial			6	3	3		6												
Contabilidad			94	86	8	12	82												
Contabilidad y Gestión Tributaria			187	159	28	25	162												
Informática Empresarial			61	49	12	3	58												
Asistencia Gerencial Bilingüe			81	68	13		81												
Total alumnos de la Facultad			797	632	165	96	701	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACULTAD: Ingeniería y Arquitectura																			
Decano: Dr. Julio Florencio Paredes Guzmán																			
Carreras:																			
Arquitectura			282	201	81	38	244												
Ingeniería de Alimentos			101	59	42	12	89												
Ingeniería Ambiental			375	197	178	34	341												
Ingeniería de Sistemas			190	123	67	23	167												
Ingeniería Civil			222	106	116	39	183												
Total alumnos de la Facultad			1170	686	484	146	1024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACULTAD: Ciencias de la Salud																			
Decano: Dr. Lili Fernández Molocho																			
Carreras:																			
Enfermería			184	163	21	22	162												
Nutrición Humana			139	126	13	14	125												
Psicología			395	360	35	54	341												
Medicina humana			221	199	22	59	162												
Total alumnos de la Facultad			939	848	91	149	790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FACULTAD: Ciencias Humanas y Educación																			
Decano: Mg. Wilma Villanueva Quispe																			
Carreras:																			
Ciencias de la Comunicación			159	136	23	29	130	15	13	2	8	9	14	0	2	0	2	1	1
Ciencias de la Educación			187	157	30	15	172	77	62	15	28	30	50	5	14	2	0	2	5
Total alumnos de la Facultad			346	293	53	44	302	92	75	17	36	39	64	5	16	2	2	3	6
FACULTAD: Teología																			
Decano: Mg. Edgard Adolfo Horna Santillán																			
Carreras:																			
Teología			111	108	3	43	68	30	30	0	30	30	30	28	23	8	5	12	8
Religión y Salud Pública			2	2	0	0	2												
Liderazgo Eclesiástico			111	111	0	17	94												
Música			29	29	0	3	26												
Psicología Pastoral			86	85	1	9	77												
Sagrada Escritura			26	26	0	5	21												
Salud Pública			26	26	0	3	23												
Total alumnos de la Facultad			391	387	4	80	311	30	30	0	30	30	30	28	23	8	5	12	8
TOTAL PREGRADO			3643	2846	797	515	3128	122	105	17	66	69	94	33	39	10	7	15	14
POSGRADO																			
Directora: Dra. Erika Inés Acuña Salinas																			

Figura 39 - Informe de apertura del año electivo de 2014-I.

UNIDAD: ADMINISTRACIÓN																	
Director: Dr. Humberto Rubén Huanca Callasaca																	
Maestría:																	
Administración de Negocios:																	
<i>Gestión Empresarial (ingreso 2012 - ingreso 2014)</i>																	
	41	24	17	24	17	10	9	1	4	4	10	0	10	2	0	0	1
<i>Finanzas</i>																	
	11	11	0	10	0	5	4	1	3	3	5	1	5	2	0	1	
Total alumnos de la Unidad																	
	52	35	17	34	17	15	13	2	7	7	15	1	15	4	0	1	1
UNIDAD: CIENCIAS DE LA FAMILIA																	
Director: Dr. Joel Peña Castillo																	
Maestría:																	
Ciencias de la Familia																	
	79	70	9	6	73	8	6	2	3	3	8	2	8	7	0	1	1
Total alumnos de la Unidad																	
	79	70	9	6	73	8	6	2	3	3	8	2	8	7	0	1	1
UNIDAD: CIENCIAS DE LA SALUD																	
Directora: Dra. Flor Lucila Contreras Castro																	
Maestría:																	
Administración y Gestión - ingreso 2013- Ciclo III																	
	31	14	17	0	31	4	0	4	0	1	4	0	4	1	0	1	
Especialidades:																	
Cuidado Integral Infantil, Ingreso 2014 Ciclo I																	
	36	4	32	0	36	4	3	1	1	0	4	0	3	2	1	1	
Emergencias y Desastres, Ingreso 2013-II Ciclo II																	
	22	8	14	0	22	5	4	1	1	1	5	3	2	2	0	1	
Administración y Gestión, Ingreso 2013-II Ciclo II																	
	16	1	15	0	16	6	5	1	5	5	6	3	2	2	0	0	
Cuidados Intensivos, Ingreso 2013 Ciclo III																	
	27	13	14	0	27	3	2	1	2	2	3	2	2	2	0	0	
Neurología y Neurocirugía, Ingreso 2013 Ciclo III																	
	16	2	14	0	16	2	1	1	1	1	2	1	2	0	0	2	
Cuidados Intensivos Neonatales, Ingreso 2013, Ciclo III																	
	30	6	24	0	30	3	2	1	1	1	3	2	3	1	0	1	
Cuidados Intensivos Neonatales, Ingreso 2013-II Ciclo II																	
	30	1	29	0	30	6	5	1	3	3	6	4	4	4	1	1	
Centro Quirúrgico, Ingreso 2013 Ciclo III																	
	15	6	9	0	15	2	1	1	1	1	2	1	2	1	0	1	
Cuidados Quirúrgicos Recuperación Posanestésica, Ingreso 2013 Ciclo III																	
	12	0	12	0	12	3	2	1	2	2	3	1	2	1	0	1	
Total alumnos de la Unidad																	
	235	55	180	0	235	38	25	13	17	17	38	17	26	16	2	9	1
UNIDAD: EDUCACIÓN																	
Director(e): Dr. Salomón Vásquez Villanueva																	
Maestría: Educación																	
Administración Educativa																	
	29	27	2	2	27	16	15	1	8	12	3	6	16	6	--	--	4
Ecología y Medio Ambiente																	
	--	--	--	--	--												
Investigación y Docencia Universitaria																	
	60	54	6	5	55	16	14	2	6	6	14	5	16	6	4	--	4
Psicología Educativa																	
	--	--	--	--	--												
Doctorado: Educación																	
Gestión Educativa																	
	5	4	1	1	4	4	3	1	2	2	3	3	4	4	--	--	4
Currículo y Docencia																	
	--	--	--	--	--												
PRONAFCAP - SEGUNDA ESPECIALIDAD																	
Formación Ciudadana y Cívica																	
	--	--	--	--	--												
Historia, Geografía y Economía																	
	--	--	--	--	--												
Total alumnos de la Unidad																	
	94	85	9	8	86	36	32	4	16	20	20	14	36	16	4	0	12
UNIDAD: INGENIERÍA																	
Director: Dr. Guillermo Mamani Apaza																	
Maestría: Ingeniería de Sistemas																	
Dirección y Gestión de TI																	
	25	23	2	0	25	10	2	8	3	0	10	0	10	8	0	1	1
Diplomado de Bussines Proces Management																	
Diplomado en estadística																	
Total alumnos de la Unidad																	
	25	23	2	0	25	10	2	8	3	0	10	0	10	8	0	1	1
UNIDAD: SALUD PÚBLICA																	
Director: Dr. Daniel William Richard Pérez																	
Maestría: Salud Pública																	
Gestión de los Servicios de Salud																	
	8	5	3	0	8				1								
Salud colectiva y promoción de la salud																	
	10	10	0	0	10	4	2	2	2		4		1	3		1	
Total alumnos de la Unidad																	
	18	15	3	0	18	4	2	2	3	0	4	0	1	3	0	1	0
UNIDAD: TEOLOGÍA																	
Director(e): Dr. Glúder Quispe Huanca																	
Maestría UPeU: Teología																	
	66	66	0														
Maestría SALT: Teología																	
	2	2	0	28	38	10	10	0	9	10	10	9	5	5	-	2	
Doctorado UPeU: Teología																	
	16	16	0														
Doctorado SALT: Teología																	
	3	3	0	3	16	6	6	0	6	6	6	6	6	6	-	-	
Total alumnos de la Unidad																	
	87	87	0	31	54	16	16	0	15	16	16	15	11	11	0	2	0
TOTAL ALUMNOS POSGRADO																	
	590	370	220	79	508	127	96	31	64	63	111	49	107	65	6	15	16
TOTAL ALUMNOS SUP./UNIVER.																	
	4233	3216	1017	594	3636	249	201	48	130	132	205	82	146	75	13	30	30

Figura 40 -Informe de apertura del año electivo de 2014-I.

Anexo 5. Flujograma de trabajo

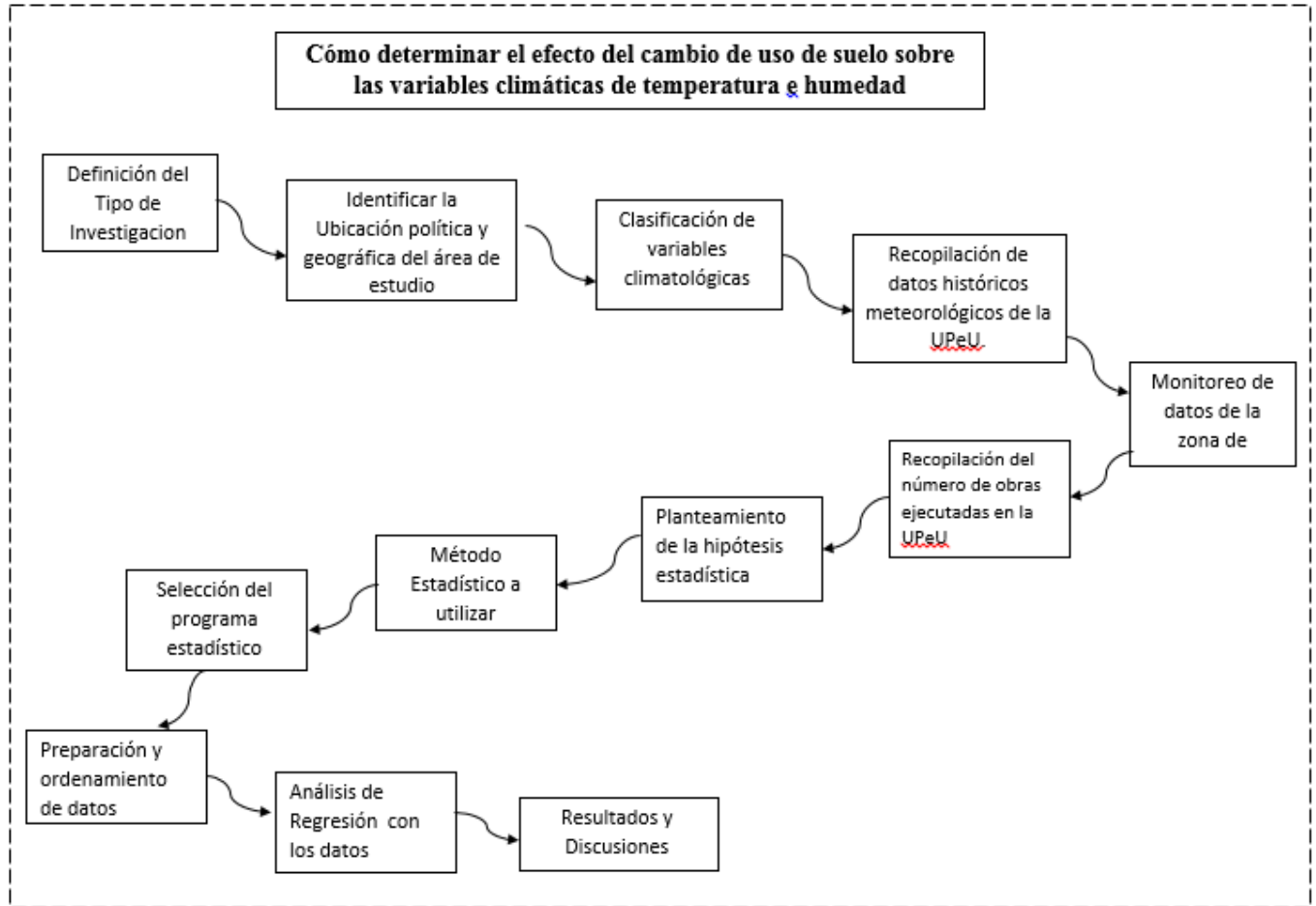
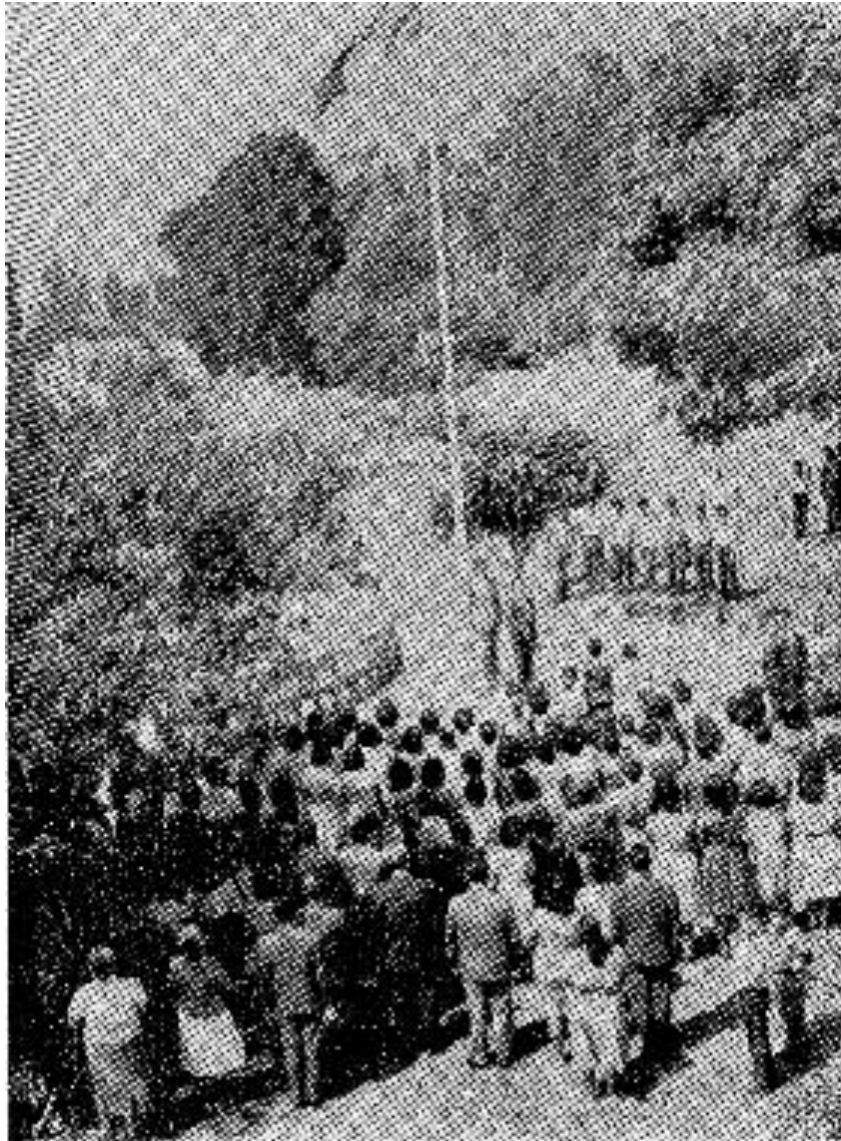


Figura 41 - Flujograma de trabajo. Fuente: Creación propia, 2014.

Anexo 6. Fotografías del desarrollo urbanístico de la UPeU desde 1960 A 2015.



Izamiento de la Bandera

Figura 42 - Izamiento de la bandera, 1965



Figura 43 - Vista panorámica del pabellón E, 2007.



Figura 44 - Laboratorios de computación y las instalaciones de DIGESI



Figura 45 - Vista panorámica de los años 60', foto tomada desde la avioneta.



Figura 46 - Edificio de las oficinas de la facultad de Ciencias de la salud y de Ciencias Empresariales.



Figura 47 - Ceremonia de inauguración del primer piso de la biblioteca, en el 2001 se propuso impulsar la infraestructura de la biblioteca que se hizo realidad ese mismo año.

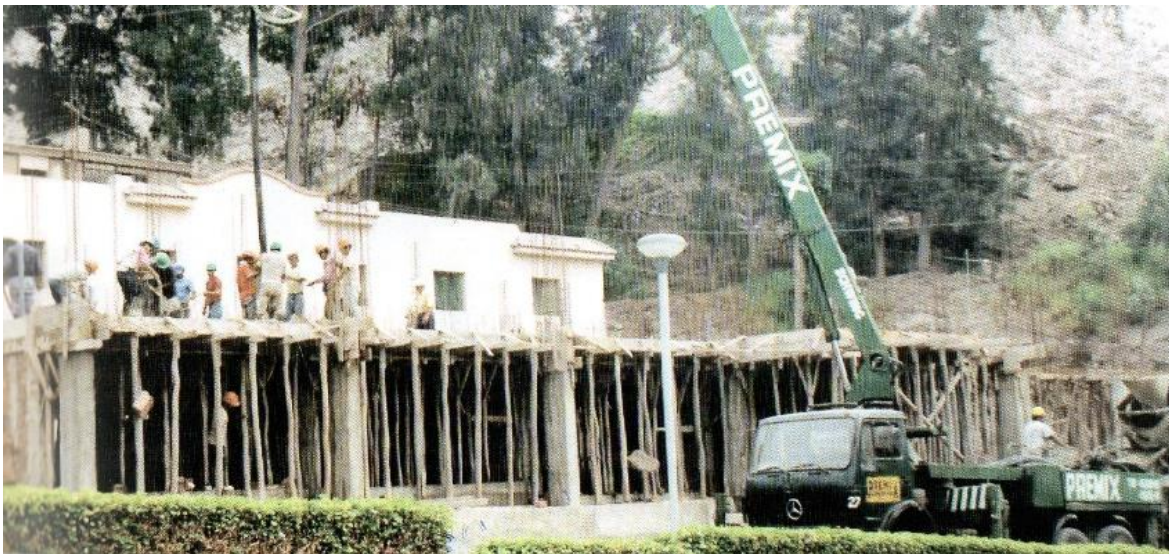


Figura 48 - Edificación del primer piso de residencia de señoritas, 1992.



Figura 49 - Donde actualmente está el pabellón C y los laboratorios de medicina, 1960



Figura 50 -El año de 1969, este panorama del Colegio Unión, en Ñaña, visto desde el cerro Concacucho.

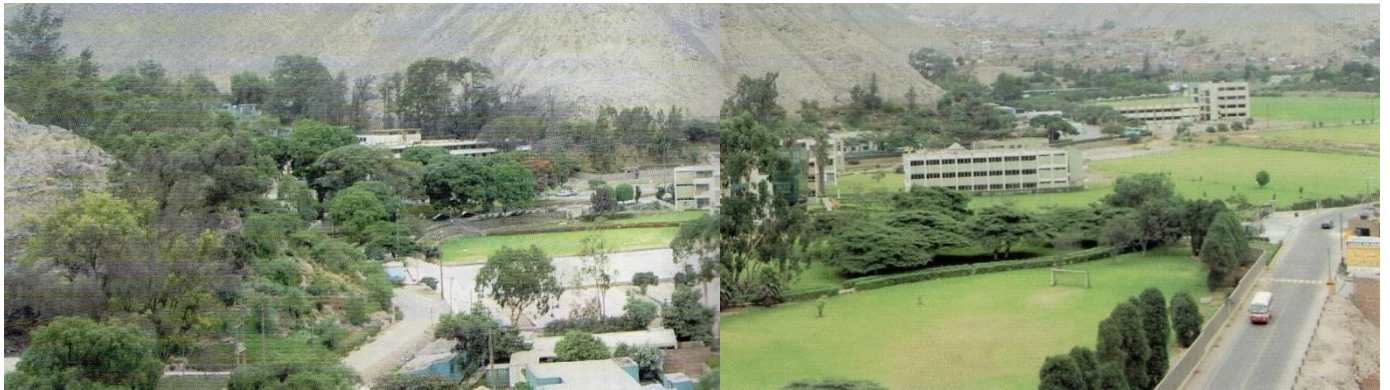


Figura 51 - El mismo panorama de la figura N° 50, como luce en la actualidad, Abril 2009.

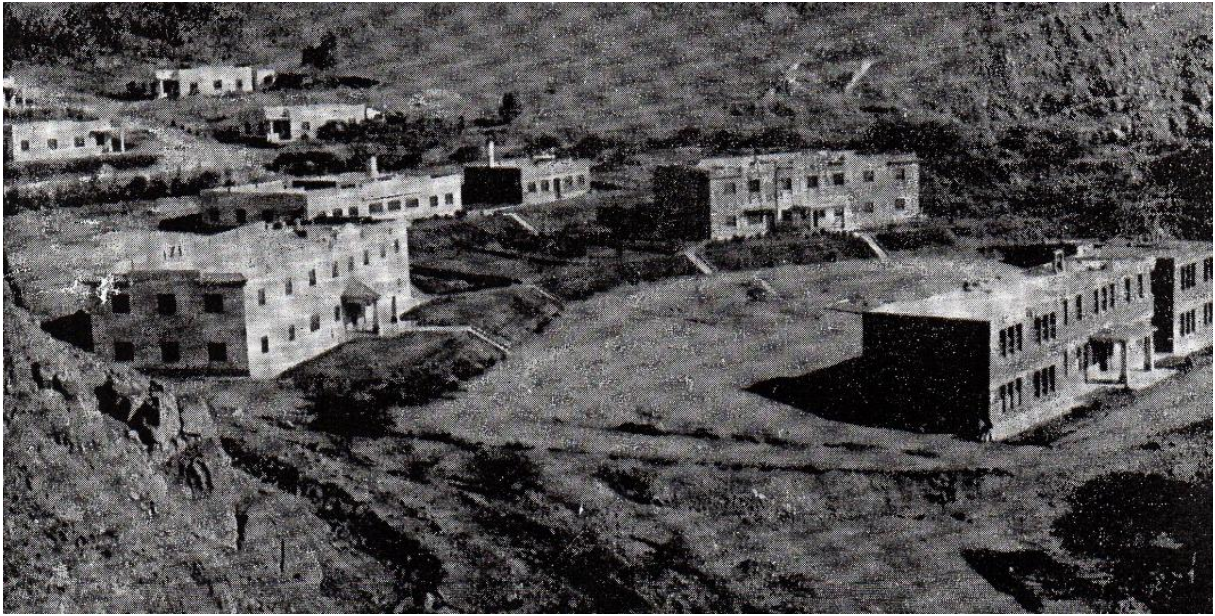


Figura 52 - Vista de los primeros edificios en 1965.



Figura 53 - Vista de primeros edificios en 1965.



Figura 54 - Antiguo internado de varones, actualmente forma parte del sector B del internado.

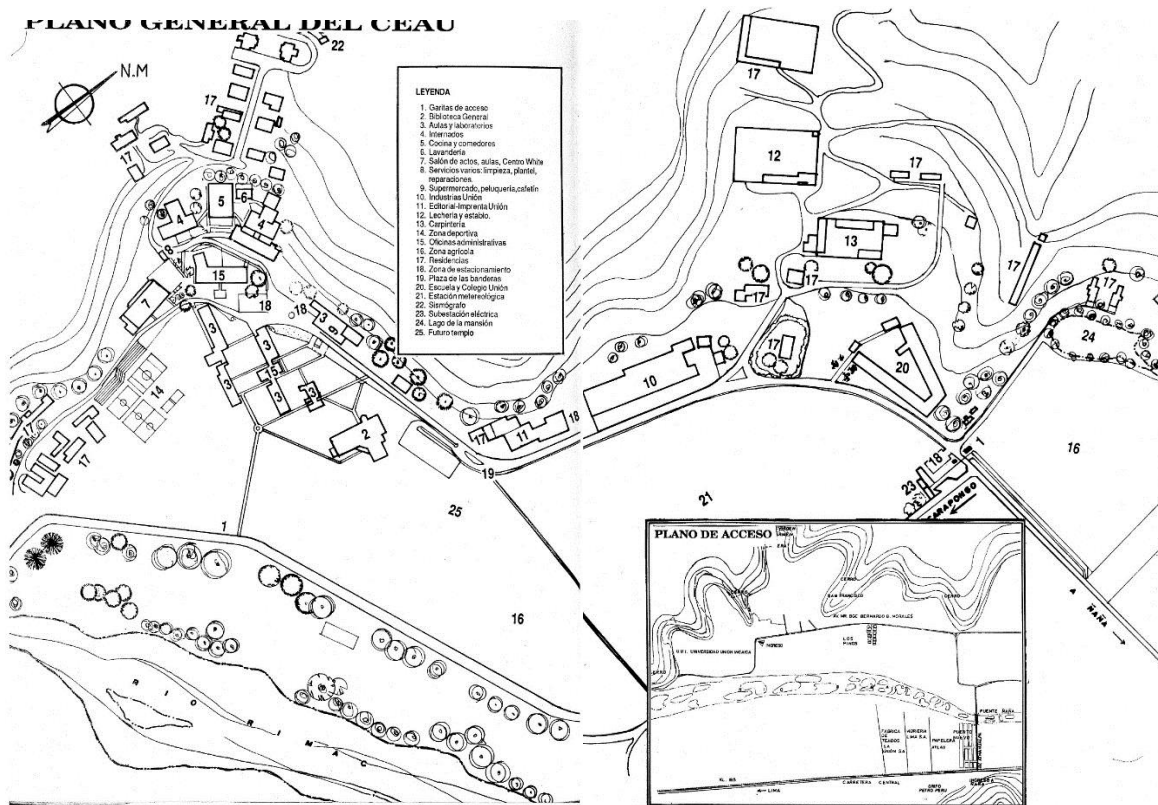


Figura 55 - Primer mapa de la CEAU. Actualmente Universidad Peruana Unión.



Figura 56 - Pabellón C hasta su segundo piso.



Figura 57 - Pabellón C y pabellón B. Actualmente el pabellón C cuenta con 3 pisos y el B con 4 pisos.



Figura 58 - Pabellón C con su tercer piso, 2010.



Figura 59 - Estudiantes de la UPeU en el pabellón C



Figura 60 - Pabellón C y A, 2009.

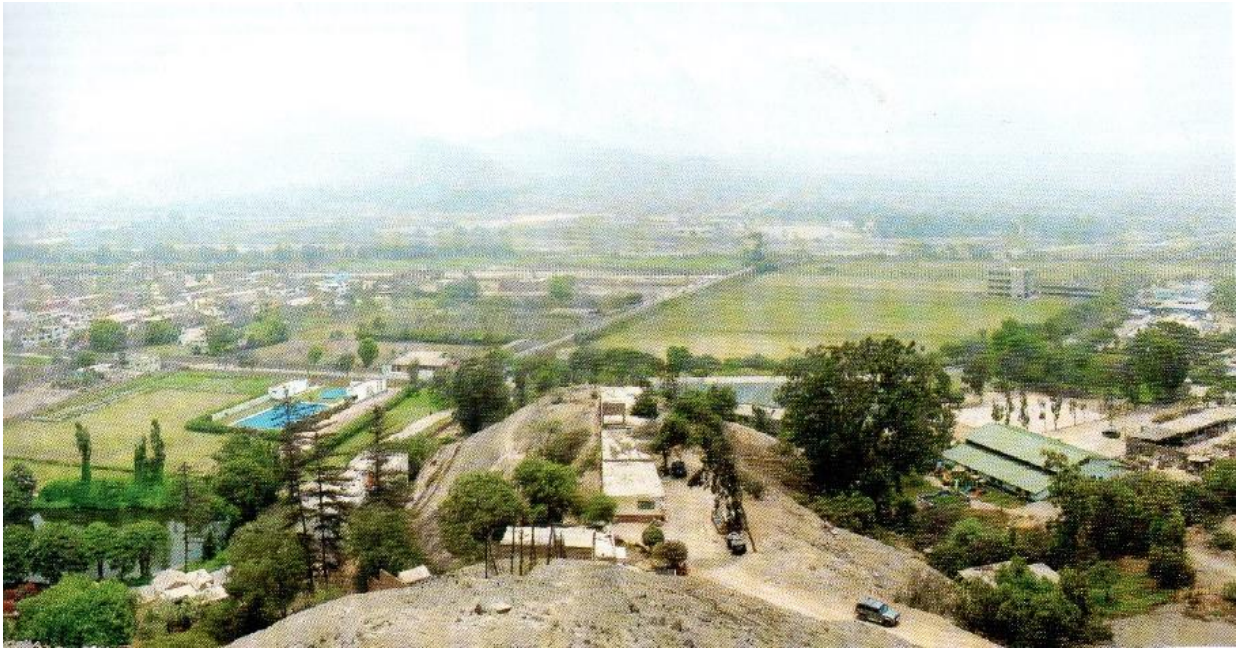


Figura 61 - Vista panorámica desde el Sinaí: a la izquierda se aprecia la laguna de La Mansión y la piscina semi-olímpica, a la derecha el colegio Unión y la zona industrial, y aun así se observa un gran campo verde dentro de la universidad, (Imprenta Unión, 2008).



Figura 62 - Foto tomada de la página de exalumnos de la UPeU, I.

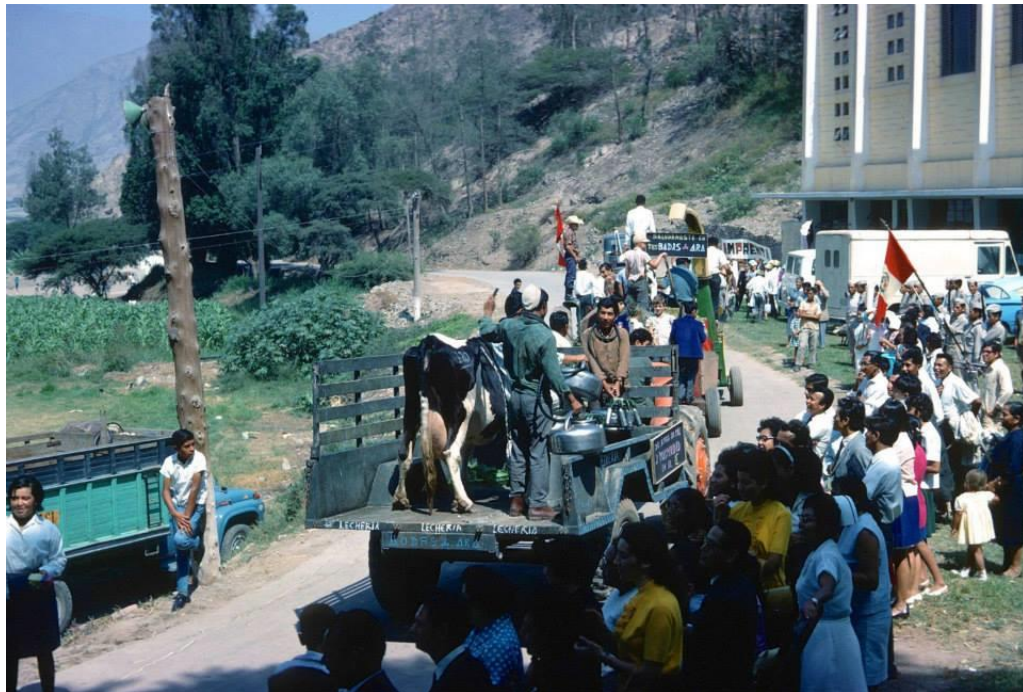


Figura 63 - Foto tomada la página de exalumnos de la UPeU, II.



Figura 64 - Frente al Bazar Unión.



Figura 65 - foto de residencia de señoritas, 1980.



Figura 66 - Foto del campus de la institución CEAU, 1992.



Figura 67 - Antigua residencia de señoritas antes de los años de 1991.



Figura 68 - Panorámica de los edificios académicos del campus, tal como lucían a fines de 1994.



Figura 69 - Construcción de la nueva librería



Figura 70 - Foto tomada la página de exalumnos de la UPeU III.

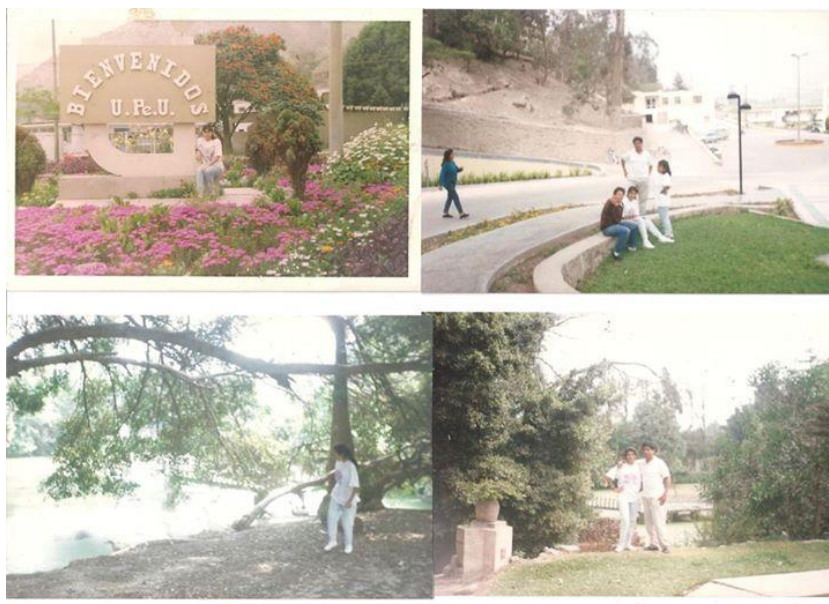


Figura 71 - Foto tomada de la página de exalumnos de la UPeU IV. Donde se puede apreciar la entrada de la que actualmente es la garita 1. La laguna de La mansión y la bajada de la residencia de mujeres.



Figura 72 - Foto tomada desde la residencia de señoritas, 2011.



Figura 73 - Foto tomada desde la residencia de señoritas, 2013.



Figura 74 - Foto de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación, 2013.

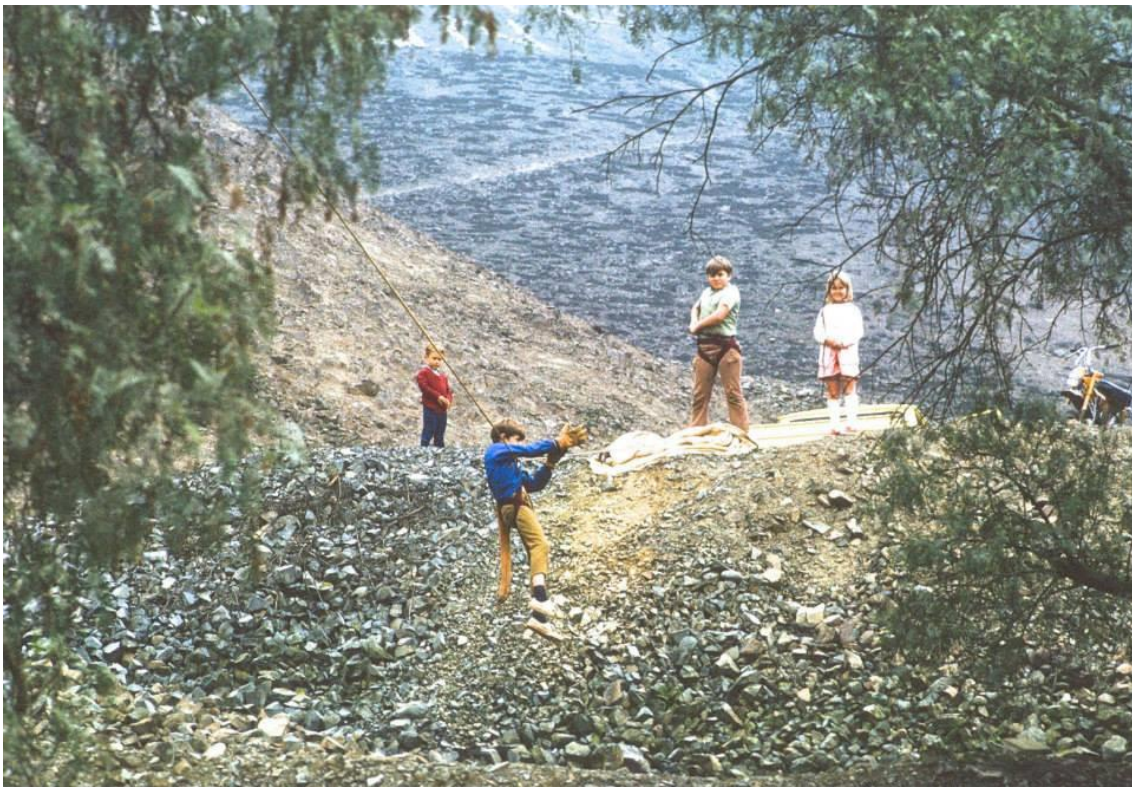


Figura 75 - Las Tunas, donde actualmente está la residencia de varones Sheraton.



Figura 76 - Nuevas aulas de Talleres para la vida, 2014.



Figura 77 - Campos de lo que es actualmente la Universidad Peruana Unión.



Figura 78 - Foto tomada en noviembre del 2014.

**Anexo 7. Obras ejecutadas en el campus de la Universidad Peruana Unión
(Tentativamente).**



Una Institución Adventista

Ñaña, Villa Unión, 11 de mayo de 2015

Ing.
ROLANDO QUISPE BASUALDO
Gerente General
INFRAESTRUCTURA
Presente.-

Estimado ingeniero Quispe:


Reciba un cordial saludo y mis deseos de éxitos en las responsabilidades que usted desempeña en el área designada a su persona.

Como parte de la ejecución de la tesis de la bachiller **Julia Yurema Vásquez Reynaldo**, egresada de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de nuestra casa de estudios; por tal motivo solicito datos estadísticos de construcción y planos actuales de nuestra universidad, para el cumplimiento de la realización de un trabajo de investigación de tesis.

Desde ya agradezco su gentil atención a la presente y el apoyo que brinda en forma desinteresada a nuestros egresados de nuestra escuela.

Cordialmente,




Mg. Ing. Eliana Gutierrez Rodríguez
DIRECTORA DE LA E.P. INGENIERÍA DE AMBIENTAL
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA



Villa Unión - Ñaña, altura Km 19 de la Carretera Central, Lurigancho - Chosica, Lima 15 - Perú
Teléfono: (01) 618-6300 Fax: 618-6339 Casilla 3564 Web: www.upeu.edu.pe E-mail: universidadperuanaunion@upeu.edu.pe

Figura 79 – Solicitud de datos estadísticos y planos de la universidad.

OBRAS EJECUTADAS EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD PERUANA UNION

2003 – 2015

AÑO 2003:

- ✓ Ampliación del 2° Piso del Colegio Unión
- ✓ Ampliación del Área de Despacho del Centro de Aplicación de Panadería

AÑO 2004:

- ✓ Ampliación de Construcción de Local Educativo para Uso de Aulas en el 4° Piso (Pabellón "A")

AÑO 2005:

- ✓ Ampliación del Colegio Unión
- ✓ Pabellón de Aulas: 1°, 2° y 3° Piso (Pabellón "C")

AÑO 2006:

- ✓ Ampliación de Construcción/Sector Aulas y Cómputo de 04 Pisos (Pabellón "E")
- ✓ Construcción del Edificio Multifamiliar. 1°, 2° y 3° Planta

AÑO 2007:

- ✓ Ampliación del Colegio Unión

AÑO 2008:

- ✓ Construcción del Módulo de Maranatha
- ✓ Construcción de la Piscina Semi Olímpica
- ✓ Ampliación del 4° Piso de la Residencia de Señoritas

AÑO 2009:

- ✓ No hubo.

AÑO 2010:

- ✓ Módulo de Aulas de Arquitectura en el Sector "E"
- ✓ Ampliación de 5 Pisos en el Colegio Unión
- ✓ Construcción del Centro Médico "Good Hope"
- ✓ Construcción de las Aulas Talleres para la Vida I
- ✓ Construcción de las Aulas Talleres para la Vida II
- ✓ Ampliación de las Oficinas de Bienestar Universitario
- ✓ Ampliación del Centro de Aplicación de Artes Gráficas

Figura 80 – Reporte de obras ejecutadas en el campus de la UPeU 2003-2015.

- ✓ Ampliación del 4° Piso de la Residencia de Varones

AÑO 2011:

- ✓ Ampliación del Colegio Unión

AÑO 2012:

- ✓ No hubo

AÑO 2013:

- ✓ Ampliación del 2° y 3° Piso de la Biblioteca
- ✓ Construcción de la Vivienda Unifamiliar (ex Dr. Balarezo)
- ✓ Construcción de Oficinas Administrativas, Posgrado y Secretaría General
- ✓ Construcción de Oficinas Administrativas en el Pabellón D
- ✓ Construcción de Residencias Universitarias UPN
- ✓ Construcción de la Librería SEHS
- ✓ Construcción de la Residencia de Varones "Eduardo Forga"
- ✓ Construcción de los SSHH en la Mansión
- ✓ Remodelación de la Laguna La Mansión
- ✓ Remodelación del Edificio – Washington
- ✓ Remodelación del Laboratorio Empresarial de la FCE
- ✓ Construcción de la Playa de Estacionamiento del Pabellón "D"
- ✓ Remodelación de la Vivienda N° 201
- ✓ Construcción de Aulas en Drywall 3° Piso y una escalera en el Colegio Unión
- ✓ Remodelación del Laboratorio de Anatomía
- ✓ Remodelación de las Oficinas del FIA

AÑO 2014:

- ✓ Construcción de Oficinas Administrativas, Posgrado y Secretaría General
- ✓ Construcción de Oficinas Administrativas en el Pabellón D
- ✓ Construcción de Residencias Universitarias UPN
- ✓ Remodelación de la Vivienda en Los Pinos (ex V.Ramos)

AÑO 2015:

- ✓ Construcción Loza Deportiva en el Colegio Unión
- ✓ Instalación de muro cortina de la fachada del Colegio Unión

Ñaña, 14 de mayo del 2015

Figura 81 - Reporte de obras ejecutadas en el campus de la UPeU 2003-2015.

Anexo 8. Conformidad de servicio Davis International Perú S.A.

Anexo 9. Reporte de servicios técnico Davis International Perú S.A.

Anexo 10. Registros del GPS Marca GARMIN