

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**PREDICCIÓN DEL COSTO DE AUTOVALÚO DE VIVIENDAS  
MEDIANTE REDES NEURONALES CON APLICACIÓN AL  
CENTRO POBLADO SANTA CRUZ – VÉGUETA – HUAURA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**ROBIN VIDAL ENRIQUEZ CAÑAZACA**

**Lima- Perú**

**2013**

## **DEDICATORIA**

A mi mamá Cristina y mi papá Jacinto por su apoyo constante y su gran esfuerzo por lograr que termine mi carrera y logre ser un buen profesional.

	Pág.
<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>LISTA DE CUADROS .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>CAPÍTULO I.- GENERALIDADES.....</b>	<b>9</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	9
1.2. OBJETIVO GENERAL.....	9
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL INFORME .....	9
1.5. HIPÓTESIS .....	10
1.6. ESTADO DEL ARTE .....	10
1.7. ORGANIZACIÓN.....	11
<b>CAPÍTULO II.- CATASTRO .....</b>	<b>13</b>
2.1. DEFINICIÓN .....	13
2.2. USOS Y APLICACIONES DEL CATASTRO URBANO .....	13
2.3. CATASTRO FISCAL – AUTOVALÚO.....	14
2.4. VARIABLES PARA LA ESTIMACIÓN DEL AUTOVALÚO.....	15
<b>CAPÍTULO III.- SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....</b>	<b>24</b>
3.1. DEFINICIÓN .....	24
3.2. MAPA TEMÁTICO DE LAS VARIABLES DEL AUTOVALÚO .....	24
3.3. REGRESIÓN LINEAL.....	26
3.3.1. Regresión lineal simple .....	26
3.3.2. Regresión lineal múltiple .....	27
3.3.3. Ajuste de curvas.....	28

<b>CAPÍTULO IV.- FUNDAMENTO TEÓRICO DE REDES NEURONALES .....</b>	<b>30</b>
4.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	30
4.2. CAMPOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL .....	30
4.3. REDES NEURONALES ARTIFICIALES.....	31
4.3.1. Estructura de una Red Neuronal Artificial .....	31
4.3.2. Algoritmo de aprendizaje.....	34
4.4. REDES NEURONALES EN EL MATLAB .....	34
<b>CAPÍTULO V.- APLICACIÓN DE REDES NEURONALES .....</b>	<b>35</b>
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA RED.....	35
5.2. PREDICCIÓN DEL AUTOVALÚO DE UNA VIVIENDA .....	37
5.3. PREDICCIÓN DEL COSTO DEL AUTOVALÚO.....	46
<b>CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
6.1. CONCLUSIONES.....	51
6.2. RECOMENDACIONES .....	51
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>53</b>
Anexo A: Fichas catastrales individuales escaneadas .....	55
Anexo B: Demostración de la fórmula de regresión multilineal.....	65
Anexo C: código del programa.....	67
Anexo D: Descripción de los comandos del programa en Matlab .....	69
Anexo E: codificación para predecir el costo de “n” lotes .....	71
Anexo F: Datos de 136 lotes con precios de autovalúo por predecir.....	73
Anexo G: Autovalúo de 136 lotes estimados por la red neuronal .....	78
Anexo H: Mapa temático de las variables .....	83

## RESUMEN

En el presente informe se procesan datos de la ficha catastral obtenida en la visita al centro poblado de Santa Cruz. Estos datos sirven para estimar el costo del autovalúo que debe pagar el dueño de una vivienda del referido centro poblado.

La hoja de catastro obtenida en campo es digitada a una base de datos en Excel, a partir de la cual se extraen las variables más representativas como: área del terreno, área techada del lote, material estructural predominante, estado de conservación y estado de la construcción; además se añaden 2 variables más, las que se obtienen de la hoja adicional de la ficha de catastro, éstas son: número de pisos de la vivienda y si cuenta o no con el servicio de energía eléctrica. El problema a resolver es poder estimar cuanto debe pagar de autovalúo el propietario de una vivienda del centro poblado.

Cada vez más se usan redes neuronales en Ingeniería Civil, ver [2], [4], [7] y [8]; es así que en este trabajo se pretende estimar el precio de autovalúo de una vivienda "no censada" a partir de los precios de viviendas censadas; para esto se encuentran procedimientos que relacionen el precio de estas últimas viviendas con variables catastrales observables desde el exterior de una vivienda no censada.

Concluido el procesamiento de datos, se comparan los precios de autovalúo obtenidos con regresión multilínea y los obtenidos con redes neuronales. Se considera mejor método a aquel que presente menor desviación estándar en relación a los costos de autovalúo entregados por la municipalidad. Finalmente se concluye que con el uso de una red neuronal entrenada, se puede estimar los precios de autovalúo de las viviendas no censadas.

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro N° 2.1</b> Descripción del código 67 de la ficha catastral.....	15
<b>Cuadro N° 2.2</b> Descripción del código 76 de la ficha catastral.....	16
<b>Cuadro N° 2.3</b> Código del casillero 77 de la ficha catastral.....	18
<b>Cuadro N° 2.4</b> Código del casillero 78 de la ficha catastral.....	20
<b>Cuadro N° 2.5</b> Código de número de pisos de la hoja adicional.....	21
<b>Cuadro N° 2.6</b> Código del tipo de uso de la hoja adicional.....	21
<b>Cuadro N° 2.7</b> Datos de la ficha catastral.....	22
<b>Cuadro N° 2.8</b> Precio real del autovaluo de 33 lotes.....	23
<b>Cuadro N° 5.1</b> Matriz de entrada.....	35
<b>Cuadro N° 5.2</b> Vector precios reales.....	36
<b>Cuadro N° 5.3</b> Precio del autovalúo calculado por regresión multilíneal.....	38
<b>Cuadro N° 5.4</b> Precio del autovalúo calculado con el comando fitnet (10).....	40
<b>Cuadro N° 5.5</b> Precio del autovalúo calculado con el comando fitnet (20).....	42
<b>Cuadro N° 5.6</b> Precio del autovalúo calculado con el comando fitnet (30).....	44
<b>Cuadro N° 5.7</b> Comparación del precio de autovalúo entre fitnet y la red <b>net</b> ...	50
<b>Cuadro N° F.1</b> Lotes que cuentan con 8 variables para predecir el autovalúo...	73
<b>Cuadro N° G.1</b> Predicción del costo de autovalúo de los predios.....	78

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura N° 2.1</b> Generación de catastro urbano.....	14
<b>Figura N° 2.2</b> Construcción de material noble.....	17
<b>Figura N° 2.3</b> Vivienda provisional de esteras.....	17
<b>Figura N° 2.4</b> Vivienda de adobe.....	18
<b>Figura N° 3.1</b> Información catastral - material predominante.....	25
<b>Figura N° 3.2</b> Mapa temático - material predominante.....	26
<b>Figura N° 3.3</b> Ejemplo de regresión lineal simple.....	27
<b>Figura N° 4.1</b> Estructura de una red neuronal artificial.....	32
<b>Figura N° 4.2</b> Funciones de Activación: Funciones de grado y tangente hiperbólica.....	33
<b>Figura N° 4.3</b> Estructura de una red neuronal.....	33
<b>Figura N° 5.1</b> Calculo de <b>c</b> usando el programa de Matlab.....	37
<b>Figura N° 5.2</b> Ventana Workspace del Matlab.....	46
<b>Figura N° 5.3</b> Ventana del Matlab.....	47
<b>Figura N° 5.4</b> Entrenamiento de la red neuronal.....	47
<b>Figura N° 5.5</b> Ventana Workspace con la red entrenada <b>net</b> .....	48
<b>Figura N° 5.6</b> Vista del programa del Matlab.....	49
<b>Figura N° A.1</b> Ficha individual escaneada cara frontal.....	55
<b>Figura N° A.2</b> Ficha individual cara posterior.....	56
<b>Figura N° A.3</b> Hoja adicional a la ficha.....	57
<b>Figura N° A.4</b> Ficha individual escaneada cara frontal.....	58
<b>Figura N° A.5</b> Ficha individual cara posterior.....	59
<b>Figura N° A.6</b> Hoja adicional a la ficha.....	60
<b>Figura N° A.7</b> Ficha individual escaneada cara frontal.....	61
<b>Figura N° A.8</b> Ficha individual cara posterior.....	62
<b>Figura N° A.9</b> Hoja adicional a la ficha.....	63

## LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
<b>Gráfico N° 2.1</b> Material predominante.....	16
<b>Gráfico N° 2.2</b> Estado de conservación.....	19
<b>Gráfico N° 2.3</b> Estado de construcción.....	20
<b>Gráfico N° 5.1</b> Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con regresión multilíneal.....	39
<b>Gráfico N° 5.2</b> Error obtenido con regresión multilíneal.....	39
<b>Gráfico N° 5.3</b> Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con redes neurales utlizando 10 neuronas.....	41
<b>Gráfico N° 5.4</b> Error obtenido con la red neuronal fitnet (10).....	41
<b>Gráfico N° 5.5</b> Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con redes neurales utlizando 20 neuronas.....	43
<b>Gráfico N° 5.6</b> Error obtenido con la red neuronal fitnet (20).....	43
<b>Gráfico N° 5.7</b> Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con redes neurales utlizando fitnet 30 neuronas.....	45
<b>Gráfico N° 5.8</b> Error obtenido con la red neuronal fitnet (30).....	45

**SIGLAS**

	: Consejo Nacional de Catastro
<b>f</b>	: Función de activación
<b>FITNET</b>	: Red neuronal de ajuste de una función
<b>GDB</b>	: Geodatabase (Base de datos geográficos)
<b>IA</b>	: Inteligencia Artificial
<b>ICL</b>	: Instituto Catastral de Lima
<b>MML</b>	: Municipalidad Metropolitana de Lima
<b>RNA</b>	: Red Neuronal Artificial
<b>SIG</b>	: Sistema de Información Geográfica
<b><math>W_{ij}</math></b>	: Pesos sinápticos
<b><math>X_1, X_2, \dots, X_n</math></b>	: Variables asociadas a los pesos sinápticos

## INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información Geográfica se ha constituido durante los últimos años en una de las más importantes herramientas de trabajo para investigadores, analistas y planificadores en todas las actividades que tienen como objetivo el manejo de la información relacionada con los diversos cambios del espacio territorial.

En catastro en la mayor parte de los textos abundan las definiciones estrictamente tributarias, pero este aspecto fiscal es una visión que poco a poco va perdiendo importancia en la administración de las municipalidades. Lo más ajustado a la realidad es considerar el catastro como un inventario de los bienes inmuebles de un país. En esta perspectiva el catastro no deja de ser un registro, solo que es un registro del que, a veces, no se aprovecha su multifuncionalidad debido al uso fiscal generalizado.

Para relacionar el precio de autovalúo con variables catastrales obtenidas de la ficha catastral, generalmente se emplea regresión multilineal, pero para explicar de mejor manera la parte no determinística del problema, existen técnicas que emplean las redes neuronales para lograr mejores aproximaciones.

En este informe aplicaremos el Sistema de información geográfica para mostrar de manera gráfica las variables más importantes en la obtención del autovalúo de los predios urbanos y conceptos de redes neuronales para estimar el precio de autovalúo de viviendas no censadas.

## **CAPÍTULO I.- GENERALIDADES**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La Universidad Nacional de Ingeniería en coordinación con la municipalidad de Végueta acuerda realizar estudios con fines de catastro y saneamiento en los centros poblados del distrito.

Se realiza la toma de datos de la población de Santa Cruz con las fichas de catastro realizando las mediciones de los linderos y áreas de cada lote así como el ancho de las avenidas.

El presente informe se elabora en base a los datos de 33 lotes, los cuales fueron recopilados en campo en las fichas de catastro de 19 manzanas del centro poblado Santa Cruz distrito de Végueta provincia de Huaura – Lima.

Para obtener un mejor criterio para determinar el precio del autovalúo, se propone la obtención del autovalúo de predios mediante el empleo de redes neuronales artificiales.

### **1.2. OBJETIVO GENERAL**

Predecir cuál es el costo del autovalúo de las viviendas del centro poblado de Santa Cruz con 8 variables representativas obtenidas de la ficha catastral, mediante el uso de redes neuronales artificiales.

### **1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un pequeño programa para evaluar el costo de autovalúo mediante redes neuronales.
- Explicar cómo ensamblar un algoritmo para hacer ajuste de curvas con redes neuronales.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DEL INFORME**

En vista que no es posible que los inspectores de la municipalidad puedan ingresar a las viviendas, por motivos tales como que el propietario no les permite el ingreso o no se encuentra nadie en la vivienda, además como la municipalidad del distrito cobra el autovalúo al dueño de cada predio anualmente, es necesario estimar el costo del autovalúo del predio en base a parámetros de costo de

autovalúo que sean visibles y fáciles de obtener, tales como material predominante de la vivienda, servicios públicos y otros.

Como las personas entrevistadas del centro poblado Santa Cruz se encuentran satisfechas con el pago de autovalúo que efectúan a la municipalidad, se considera que los pagos están dentro del margen económico de sus ingresos.

### **1.5. HIPÓTESIS**

Es posible aproximar mejor los precios de autovalúo de viviendas no censadas a partir del autovalúo que pagan anualmente los dueños de los predios de un asentamiento humano mediante redes neuronales, que mediante un ajuste por mínimos cuadrados.

### **1.6. ESTADO DEL ARTE**

Una explicación general sobre el uso de redes neuronales en Ingeniería Civil puede encontrarse en la bibliografía del presente informe.

#### **Caso de estabilidad de talud [4]**

En este artículo se estudia la influencia de diversos factores en la estabilidad de taludes que son afectados por agua proveniente de las lluvias. Esta última variable es considerada tomando en cuenta la intensidad y la duración de las lluvias. La información de partida fue tomada de datos de 51 registros de deslizamientos, reportando el estudio que se adoptó un margen de validez para los mismos. El entrenamiento y prueba de la red neuronal se realizó para diferentes combinaciones de estos casos.

#### **Productividad en la construcción**

##### **Caso de una operación de excavación-carga-descarga [2]**

Este artículo trata sobre la necesidad de recurrir a un modelo de redes neuronales para estudiar la productividad en operaciones de construcción; está basada en la complejidad de las condiciones involucradas, porque usualmente no es claro qué factores realmente influyen en la productividad. Por ejemplo, la productividad de una operación de vaciado de concreto con bombas depende de los atributos de las máquinas, del concreto, de las condiciones ambientales, y de la gestión, tanto cuantitativa como cualitativamente. La relación entre entradas y

salidas, y las correspondientes combinaciones de factores conducen a arreglos no lineales de variables múltiples difíciles de desarrollar con modelos de regresión.

### **Predicción de flujo en ríos [7]**

En este caso se comenta los modelos analíticos para estudiar el flujo de aguas superficiales de los ríos constituyen una labor compleja por las grandes variaciones de diversos fenómenos naturales. El artículo muestra el uso de una red neural como un modelo representativo para efectuar predicciones. Como base para seleccionar la topología de la red y el correspondiente entrenamiento se utiliza un algoritmo denominado correlación en cascada.

### **Evaluación de la condición de pavimentos [8]**

El artículo trata con dos aproximaciones para optimizar la condición de pavimentos. Primero, se aplicó una prueba estadística para valorar la variabilidad transversal de los datos. La prueba concluyó que las medianas de los dos grupos son iguales en un 92% de intervalo de confianza y que hay distorsiones observadas en los datos. La segunda aproximación consistió en predecir los valores visuales desde una medición automática (a partir del uso de láser) del ahuellamiento y del índice de rugosidad internacional. Fue seleccionado el algoritmo backpropagation para examinar la consistencia de los resultados (entre los datos recogidos en forma visual y aquellos calculados con la red neuronal). Estos mostraron que sólo fue alcanzada una concordancia moderada y que se requiere de información adicional para mejorar la predictibilidad del modelo.

## **1.7. ORGANIZACIÓN**

Este informe de suficiencia se compone de seis capítulos:

En el primer capítulo se muestran los antecedentes, el objetivo general, objetivos específicos, justificación del informe, hipótesis y estado del arte.

En el segundo capítulo se muestra la definición del catastro urbano presentándose los usos y aplicaciones. El presente informe es enfocado más al catastro fiscal, que es el costo que debe pagar anualmente un lote; además se

definen las variables obtenidas de la ficha de catastro que se utilizan para dicho cálculo, por los métodos de regresión lineal múltiple y redes neuronales.

En el tercer capítulo se hacen definiciones referidas a Sistemas de Información Geográfica, se presentan mapas temáticos de las variables definidas en el anterior capítulo. En este capítulo se describe el método de regresión lineal múltiple, donde se muestra un ejemplo de aplicación elaborado en Matlab.

En el cuarto capítulo se presenta el marco teórico de lo que son las redes neuronales artificiales, se menciona la estructura de una red neuronal artificial, los tipos de redes neuronales y el algoritmo de aprendizaje para predecir valores.

En el quinto capítulo se describe la red neuronal que se utiliza para la predicción del costo del autovalúo de una vivienda. Se presenta un algoritmo elaborado en Matlab, para emplear redes neuronales para ajuste de curvas, útil en la predicción del costo del autovalúo.

En el sexto capítulo se presentan las principales conclusiones y recomendaciones del presente informe.

## **CAPÍTULO II.- CATASTRO**

### **2.1. DEFINICIÓN**

Es el inventario de predios georreferenciados que, a través de un sistema de gestión de base de datos espaciales, constituye la fuente de información territorial para el desarrollo local.

Catastro es un inventario detallado de los bienes inmuebles de un país, con descripción de sus características físicas, jurídicas y económicas. El catastro puede ser tanto urbano como rural, que no es más que un registro de las propiedades, limitaciones y valores del suelo de un país.

### **2.2. USOS Y APLICACIONES DEL CATASTRO URBANO**

Los usos y aplicaciones del catastro urbano son:

- **Control urbano**

Construcciones, actividades económicas, habilitaciones urbanas, regeneración urbana.

- **Planificación y desarrollo urbano**

Planificación urbana física territorial, estimar el potencial económico financiero de la ciudad con la finalidad de planificar inversiones en servicios.

- **Administración**

El conocimiento del territorio es fundamental y requisito básico para una administración efectiva y eficiente del mismo.

- **Recaudación**

Aporta información para liquidar tributos y asegura un tratamiento equitativo y transparente para todos los contribuyentes.

### **El Instituto Catastral de Lima**

Es un organismo público descentralizado de la Municipalidad Metropolitana de Lima. Cuenta con una experiencia de 29 años ejecutando las disciplinas que conforman la geomática para producir y manejar información espacial del territorio, en los ámbitos metropolitano y nacional.

El Instituto Catastral de Lima tiene competencia para desarrollar proyectos cartográficos, catastrales y de aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica – GIS (ver figura N° 2.1), además de conducir y administrar las operaciones catastrales en el área metropolitana a nivel nacional e internacional.

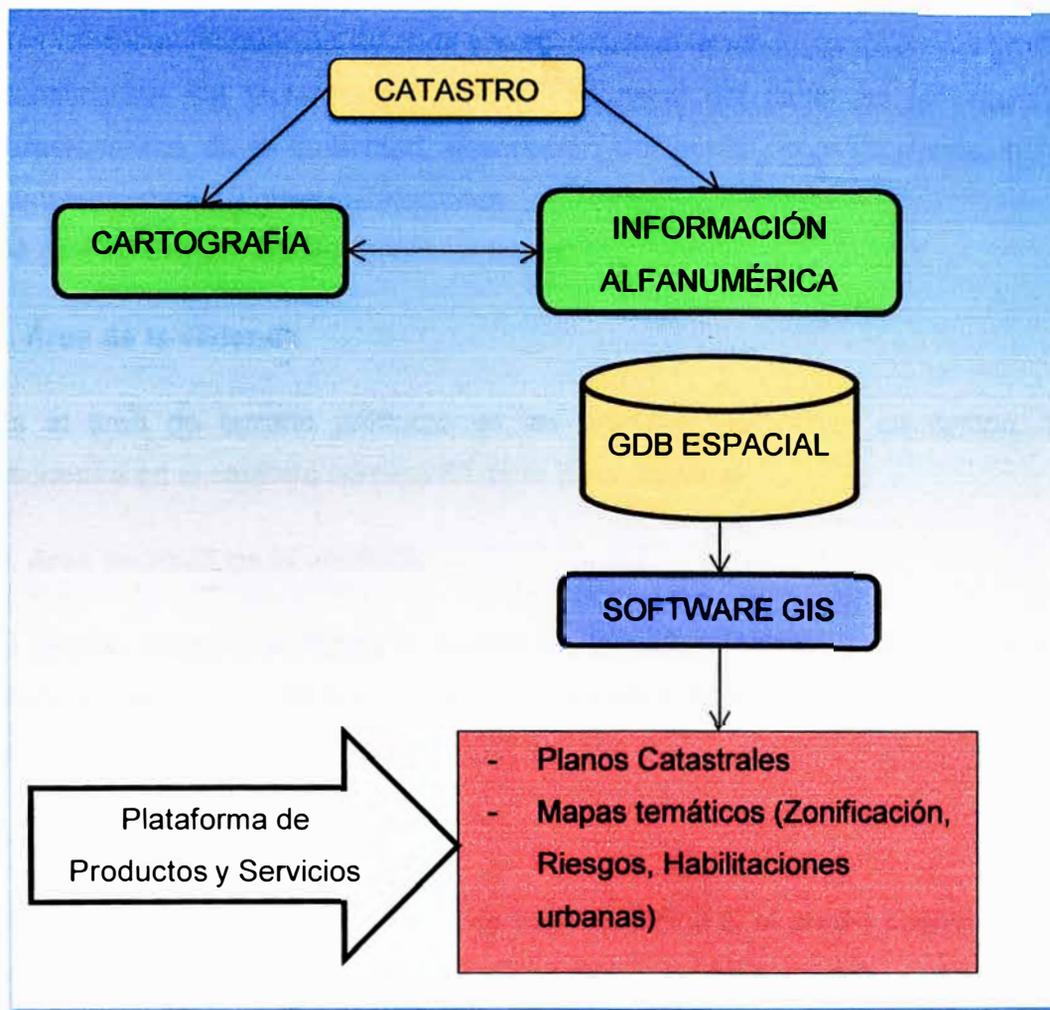


Figura N° 2.1 Generación de catastro urbano

### 2.3. CATASTRO FISCAL – AUTOVALÚO

Proporciona información básica para la aplicación justa y equitativa de los impuestos municipales a través de la administración tributaria, cuyos usos y aplicaciones fueron descritos en el punto anterior.

Se define éste como el inventario de predios georreferenciados que, a través de un sistema de gestión de base de datos espaciales, constituye fuente de información territorial para el desarrollo local; proceso permanente que permite

entre otros, identificar nuevas edificaciones las cuales permiten generar mayores recursos económicos por impuesto predial y mejorar la gestión corporativa.

## 2.4. VARIABLES PARA LA ESTIMACIÓN DEL AUTOVALÚO

Las variables se obtienen de la Ficha Catastral Urbana Individual (ver anexo A) la cual contiene información de cada predio catastral urbano, ubicación del predio, identificación del titular catastral, domicilio fiscal del titular en la provincia, características de la titularidad, descripción del predio, construcciones, obras complementarias y otras instalaciones.

De este se extraen las siguientes variables:

### a. Área de la vivienda

Es el área de terreno producto de las medidas verificadas en campo. Se encuentra en el casillero número 62 de la ficha catastral.

### b. Área techada de la vivienda

El técnico catastral verificará la medida de la edificación en campo, con lo cual efectuará el cálculo del área construida correspondiente y se consignará dicha área en el casillero número 87.

### c. Servicio de luz

Se encuentra en el casillero 67. Esta variable indica si el predio cuenta con un servicio propio. En el caso de que dicho servicio sea común a varios predios catastrales, se llenará en la ficha de Bienes Comunes (ver cuadro N° 2.1). En ambos se consignará el código que corresponda (1 = si y 2 = no).

En caso que el servicio sea informal, se consignará el código 1=si y no se consignará el número de suministro.

**Cuadro N° 2.1** Descripción del código 67 de la ficha catastral

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	SI
2	NO

**Fuente:** Sistema nacional integrado de información catastral predial

**d. Material estructural predominante**

Se encuentra en el casillero 76 de la ficha catastral. Se anotará el código que corresponda al material que predomina en las estructuras de la construcción (ver cuadro N° 2.2).

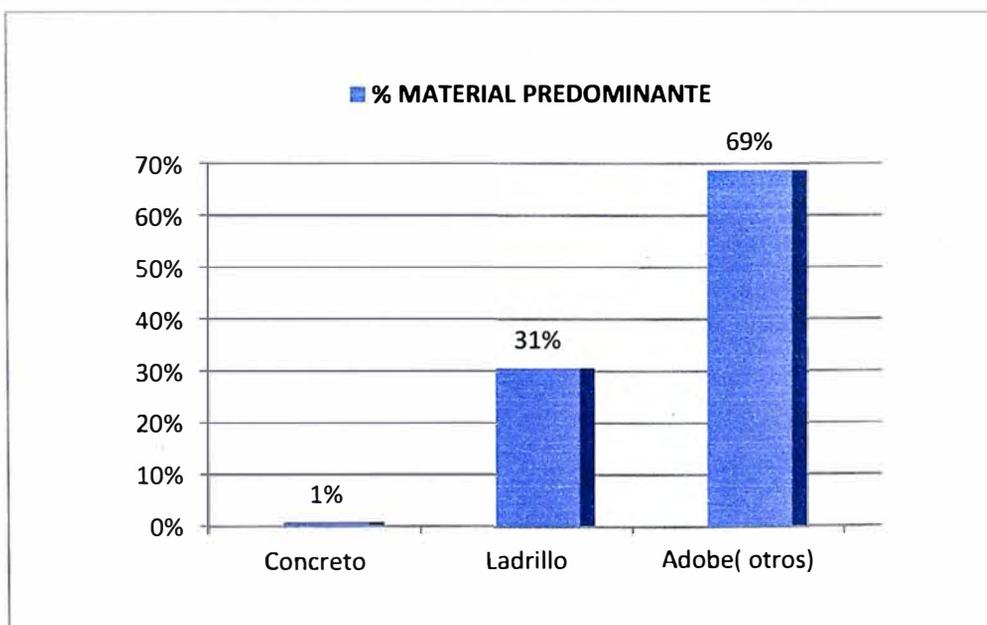
**Cuadro N° 2.2** Descripción del código 76 de la ficha catastral

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Concreto
2	Ladrillo
3	Adobe (quincha, madera, otros)

**Fuente:** Sistema nacional integrado de información catastral predial

Existen edificaciones de un piso construidos en su mayoría con muros de adobe, en porcentaje igual a 69% y otras de albañilería en menor porcentaje (ver gráfico N° 2.1). Así también predios cercados con muros de adobe y/o albañilería (ver figura 2.2, 2.3 y 2.4).

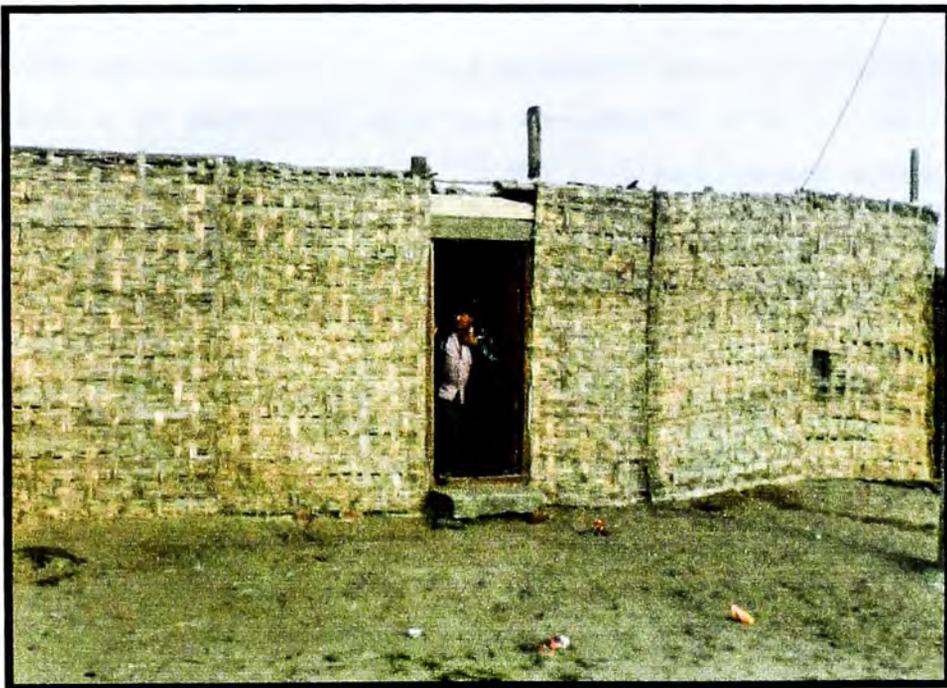
**Gráfico N° 2.1** Material predominante



**Fuente:** Expediente técnico del catastro urbano del centro poblado Santa Cruz Végueta – Huaura – Lima



**Figura N° 2.2** Construcción de material noble



**Figura N° 2.3** Vivienda provisional de esteras



**Figura N° 2.4** Vivienda de adobe

#### **e. Estado de Conservación**

Se encuentra en el casillero 77 de la ficha de catastro. Se anotará el código que corresponda a las condiciones en la que se encuentra la construcción (ver cuadro N° 2.3), en cuanto a su mantenimiento y condiciones generales como las estructuras, acabados e instalaciones.

**Cuadro N° 2.3** Código del casillero 77 de la ficha catastral

<b>CÓDIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Muy bueno
2	Bueno
3	Regular
4	Malo

**Fuente:** Sistema nacional integrado de información catastral predial

**01. Muy bueno:** Para construcciones terminadas que reciben mantenimiento permanente y no presentan deterioro alguno.

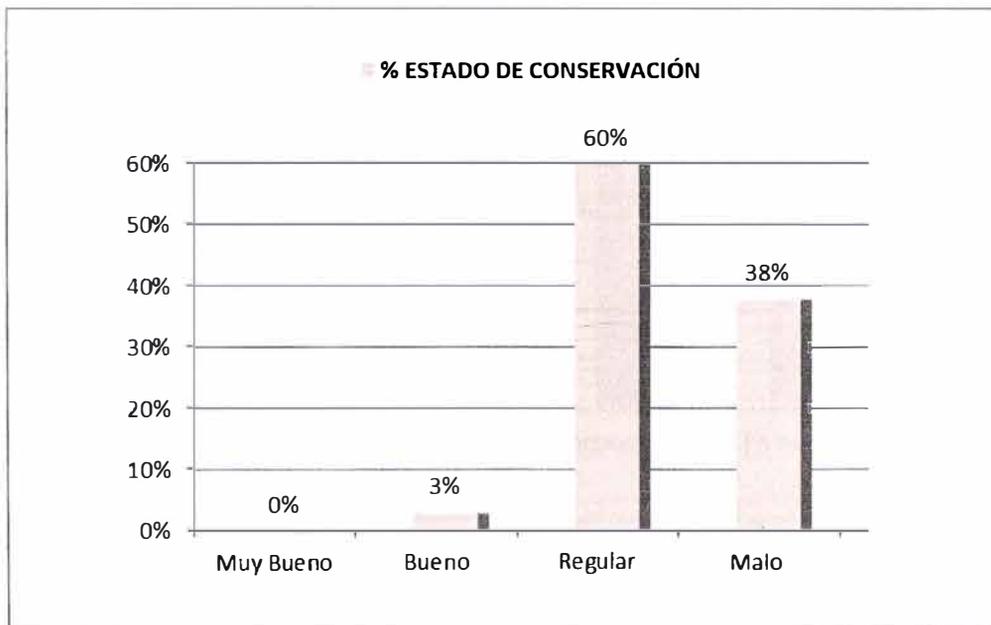
**02. Bueno:** Para construcciones que reciben mantenimiento permanente y sólo presentan deterioro en los acabados por el uso normal.

**03. Regular:** Para construcciones que reciben mantenimiento esporádico, cuya estructura no tiene deterioro o si lo tienen no la compromete y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al uso normal.

**04. Malo:** Para construcciones que no reciben mantenimiento y presentan deterioros que comprometen la estructura sin peligro de desplome y que los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.

En lo concerniente al estado de conservación se tiene un total del 38% en estado de conservación malo, 60% en estado de conservación regular y solo un 3% en buen estado (ver gráfico N° 2.2).

**Gráfico N° 2.2 Estado de conservación**



**Fuente:** Expediente técnico del catastro urbano del centro poblado Santa Cruz Végueta – Huaura – Lima

#### **f. Estado de construcción**

Se encuentra en el casillero 78 de la ficha de catastro. El técnico catastral anotará el numeral que corresponda a la situación de avance o culminación de la construcción por niveles, anotará el código que corresponda de acuerdo a la Tabla (ver cuadro N° 2.4).

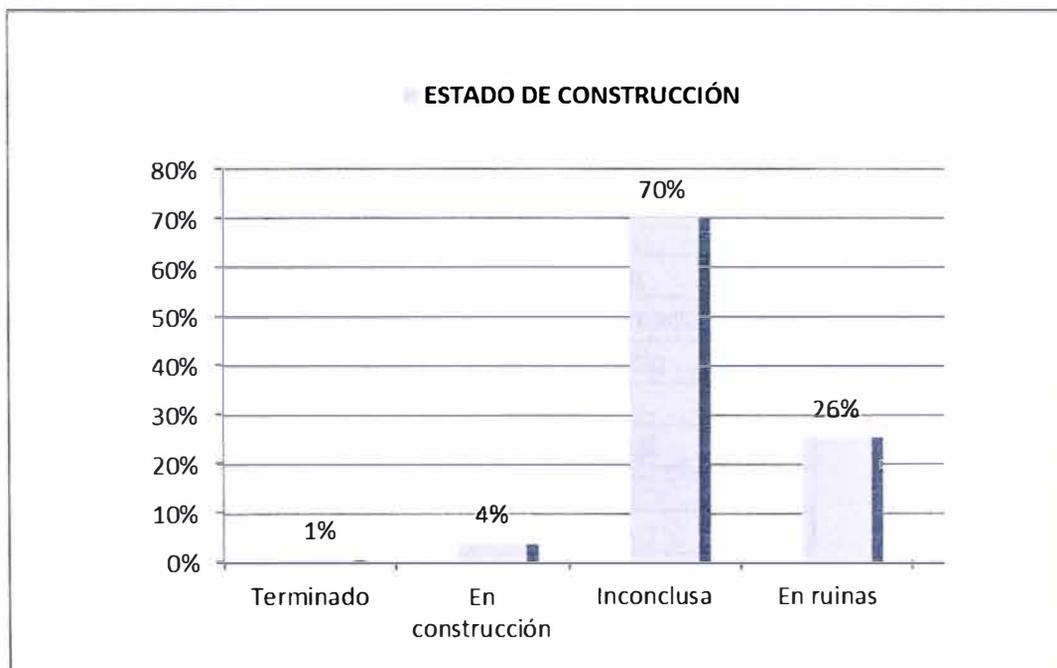
**Cuadro N° 2.4** Código del casillero 78 de la ficha catastral

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
1	Terminado
2	En construcción
3	Inconclusa
4	En Ruinas

**Fuente:** Sistema nacional integrado de información catastral predial

En cuanto a este punto se tiene un porcentaje de 70% inconclusas y un 26% en ruinas (ver gráfico N° 2.3).

**Gráfico N° 2.3** Estado de construcción



**Fuente:** Expediente técnico del catastro urbano del centro poblado Santa Cruz Végueta – Huaura – Lima

### g. Número de pisos

El número de pisos esta anotado en la hoja anexa a la ficha de catastro; es un dato adicional que se toma en campo (ver cuadro N° 2.5).

**Cuadro N° 2.5** Código de número de pisos de la hoja adicional

<b>CÓDIGO</b>	<b>NÚMERO DE PISOS</b>
0	Sin construcción
1	Un piso
2	Dos pisos

**h. Tipo de uso**

El tipo de uso es opcional, no se indica en la hoja de catastro individual pero se hace necesario escribirlo en la hoja adicional como un dato más que ayuda a tener una información acerca del predio (ver cuadro N° 2.6).

**Cuadro N° 2.6** Código del tipo de uso de la hoja adicional

<b>CÓDIGO</b>	<b>USO</b>
1	Botica
2	Depósito
3	Empresa
4	Iglesia
5	Restaurante
6	Terreno cercado
7	Terreno vacío
8	Tienda
9	Uso comunal
10	Vivienda
11	Wawa wasi

Las variables para la estimación del autovalúo obtenidas de las hojas de catastro se muestran en una hoja de Excel (ver cuadro N° 2.7).

**Cuadro N° 2.7 Datos de la ficha catastral**

Numero de variable			1	2	3	4	5	6	7	8
Codigo Catastral	3.5	3.6	62	87	67	76	77	78	Adicional	Adicional
N°	MZ	Lote	Area Lote Verificado (m2)	Area Construida (m2)	Luz	Material estructural predominante	Estado de Conservación	Estado de Construcción	Uso	Número de Pisos
1	006	001	199.10	32.90	2	3	4	3	10	1
2	006	006	192.04	34.31	2	3	3	3	10	1
3	006	016	201.40	71.68	1	3	3	3	10	1
4	007	001	200.00	77.30	1	2	3	3	10	1
5	007	003	200.00	16.00	1	3	3	3	8	1
6	007	011	210.00	40.00	2	2	4	4	10	1
7	007	017	200.00	70.00	2	2	3	3	10	1
8	008	013	202.00	54.00	1	2	3	3	10	1
9	008	014	207.36	50.04	1	3	4	4	10	1
10	009	001	178.64	70.40	2	3	4	4	10	1
11	016	013	200.40	0.00	2	0	0	0	7	1
12	016	014	200.00	27.40	1	2	3	3	10	1
13	017	003	200.00	58.00	1	2	3	3	10	1
14	027	010	210.00	60.00	2	2	4	3	10	1
15	027	012	197.83	20.00	2	3	4	4	10	1
16	027	013	205.00	60.00	2	3	4	4	10	1
17	029	006	200.00	55.70	2	3	3	3	10	1
18	029	008	200.60	35.10	2	3	3	3	10	1
19	091	002	368.50	0.00	2	3	3	3	10	1
20	091	003	346.93	95.20	2	2	2	2	10	1
21	091	006	378.73	207.20	2	3	3	3	5	1
22	091	014	363.00	150.00	2	2	2	1	4	2
23	092	008	231.66	48.20	1	3	3	3	10	1
24	092	010	216.30	84.78	1	3	3	3	8	1
25	092	012	225.00	75.61	1	3	4	4	10	1
26	093	004	376.57	50.66	1	2	2	3	3	1
27	093	006	385.50	61.11	1	2	3	3	2	1
28	093	010	379.50	60.72	1	3	3	3	10	1
29	094	001	236.69	251.96	1	2	2	3	10	2
30	094	006	225.24	47.68	1	3	3	3	10	1
31	095	007	374.25	252.71	1	2	3	2	10	1
32	095	010	375.10	109.07	1	3	3	3	10	1
33	096	004	225.00	0.00	2	0	0	0	7	1

Los costos reales de autovalúo que pagan los pobladores del centro poblado Santa Cruz a la municipalidad se indican en el cuadro siguiente (ver cuadro N° 2.8).

**Cuadro N° 2.8** Precio real del autovalúo de 33 lotes

N°	Manzana	Lote	Precio autovalúo
1	6	1	21.00
2	6	6	21.00
3	6	16	21.60
4	7	1	21.00
5	7	3	21.30
6	7	11	21.60
7	7	17	52.60
8	8	13	21.00
9	8	14	21.60
10	9	1	21.60
11	16	13	21.60
12	16	14	21.60
13	17	3	21.30
14	27	10	21.00
15	27	12	21.60
16	27	13	21.60
17	29	6	21.60
18	29	8	21.60
19	91 (I)	2	21.60
20	91 (I)	3	26.60
21	91 (I)	6	33.90
22	91 (I)	14	21.60
23	92 (O)	8	21.00
24	92 (O)	10	21.00
25	92 (O)	12	21.30
26	93 (J)	4	21.60
27	93 (J)	6	21.60
28	93 (J)	10	26.30
29	94 (N)	1	70.50
30	94 (N)	6	21.60
31	95 (K)	7	21.60
32	95 (K)	10	21.30
33	96 (M)	4	10.60

## **CAPÍTULO III.- SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

### **3.1. DEFINICIÓN**

El Sistema de Información Geográfica (SIG) es una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica. El SIG es una herramienta que permite crear consultas interactivas, analizar la información territorial, editar datos, realizar mapas temáticos y presentar los resultados de todas estas operaciones.

El Sistema de Información Geográfica constituye una herramienta que permite gestionar y analizar la información espacial como la de catastro urbano, compuesta por diversos aspectos temáticos, que en conjunto constituyen instrumentos para realizar estudios de ocupación y utilización del suelo, densidad poblacional, densidad por manzana, tipos de implantación, tipos de construcción y zonificación de la ciudad por servicios básicos. Adicionalmente se le podrá incorporar información con la finalidad de realizar estudios de un plan de ordenamiento territorial, manejo de recursos naturales y estudios ambientales.

### **3.2. MAPA TEMÁTICO DE LAS VARIABLES DEL AUTOVALÚO**

Los mapas temáticos son mapas basados en mapas topográficos que presentan cualquier fenómeno geográfico de la superficie terrestre; hacen referencia a la representación de ciertas características de distribución, relación, densidad de objetos reales como lotes, manzanas, localidades, distritos como también suelos, geología y de conceptos abstractos cómo son indicadores de violencia, de desarrollo económico de calidad de vida. Para representar variables numéricas utilizan todo tipo de recursos visuales, como superficies de distintos colores (ver anexo H).



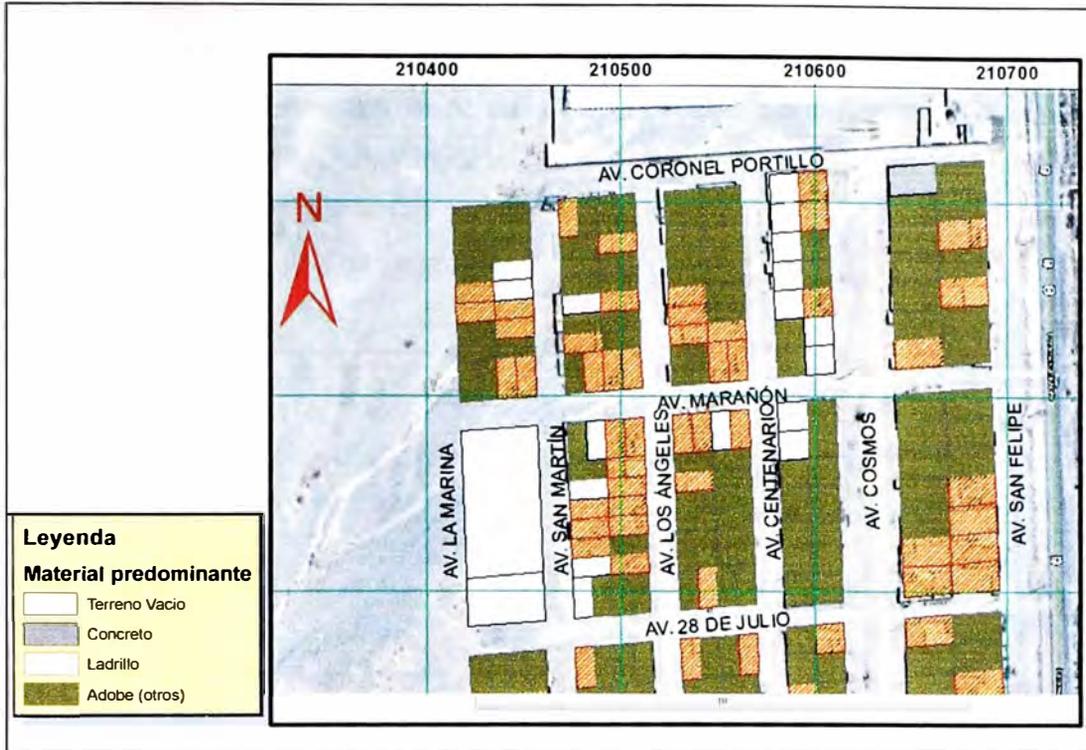


Figura Nº 3.2 Mapa temático - material predominante

### 3.3. REGRESIÓN LINEAL

Las regresiones lineales se utilizan para modelar la respuesta de una función de una o varias variables. Existen varios tipos de regresiones; en esta parte haremos una breve descripción de las más representativas como la regresión lineal simple y regresión lineal múltiple.

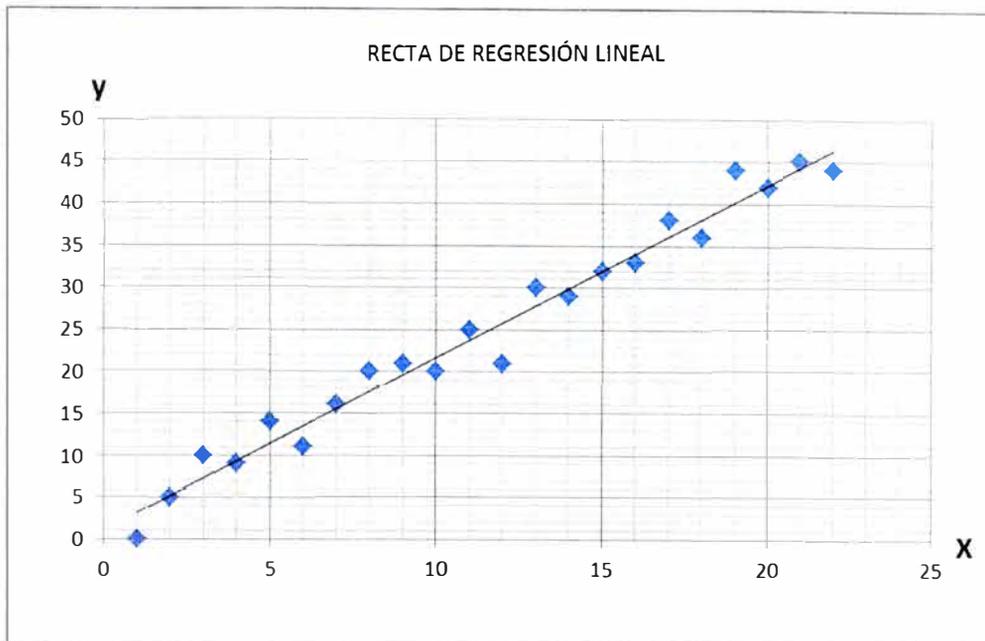
#### 3.3.1. Regresión lineal simple

Debido a su simplicidad de desarrollo, la forma funcional más simple que se utiliza en la práctica es la relación lineal cuando solo existe una variable independiente. Esto se reduce a una línea recta:

$$y = b_0 + b_1 * x$$

Disponemos de un conjunto de valores de entrada contenidos en "x" y un conjunto de valores de salida en "y". Los coeficientes  $b_0$  y  $b_1$  son parámetros que definen la posición e inclinación de la recta. El parámetro  $b_0$  (la ordenada en el origen), nos indica el valor de y cuando x vale 0. El parámetro  $b_1$  (la pendiente), nos indica cuanto aumenta "y" por cada aumento de "x".

En el análisis de regresión, estas estimaciones se obtienen por medio del método de mínimos cuadrados. Se conoce como recta de regresión lineal, al procedimiento de encontrar la ecuación de la recta que mejor se ajusta a un conjunto de puntos. A continuación presentamos un ejemplo de diagrama de dispersión (Figura N°3.3) en el que se muestra como a partir de los datos de “x” e “y” se obtiene la recta de regresión.



**Figura N° 3.3** Ejemplo de regresión lineal simple

En este gráfico se aprecia que no existe una relación matemáticamente exacta entre las variables, ya que todos los puntos de ambas variables no varían de una manera relacionada.

Como se puede observar, la mayoría de los puntos no caen directamente sobre la recta, sino que están dispersos en torno a ella, esta dispersión representa la variación en “Y” que no puede atribuirse a la variación en “X”.

### 3.3.2. Regresión lineal múltiple

En la mayor parte de estudios intervienen una serie de datos agrupados en un conjunto de variables. En algunos casos el análisis de dicha información se lleva a cabo centrando la atención en pequeños subconjuntos de las variables recogidas utilizando para ello análisis sencillos que involucran únicamente técnicas de dos variables (regresiones lineales simples). Sin embargo, un

análisis apropiado debe tener en consideración toda la información de interés para el estudio y requiere de técnicas multivariantes más complejas.

En particular el modelo de regresión lineal simple es un método sencillo para analizar la relación lineal para una variable. En la mayoría de los casos se pretende predecir una respuesta en función de un conjunto más amplio de variables, siendo necesario considerar un modelo de regresión lineal múltiple como una extensión de la recta de regresión, que permite la inclusión de un número mayor de variables. La forma generalizada de notación para este tipo de regresión es:

$$(x_1, x_2, \dots, x_k, y_i) \quad i = 1, \dots, n$$

Donde  $x_k$  es el conjunto de datos de la entrada  $k$ ,  $y_i$  es el conjunto de datos de salida  $i$ . El modelo de regresión lineal múltiple con  $k$  variables responde a la ecuación:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + E_i \quad i = 1, \dots, n$$

Donde  $E_i$  corresponde al error producido en la salida  $i$ .

Los coeficientes  $\beta_i$  se estiman siguiendo el criterio de mínimos cuadrados. Al igual que ocurría en el caso bidimensional, se puede visualizar la relación entre tres variables en un gráfico de dispersión, de modo que la técnica de regresión lineal múltiple proporciona el plano que mejor ajusta a la nube de puntos resultante:

$$\min \sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 - \dots - \beta_k x_k)$$

### 3.3.3. Ajuste de curvas

Dado un conjunto de  $n$  puntos  $\{(x_k, y_k)\}_{k=1}^n$ , cuyas abscisas son todas distintas, es conocido que la recta de regresión o recta óptima (en el sentido de los mínimos cuadrados) es la recta  $y = a * x + b$ , donde el vector de los coeficientes  $z = [a, b]$  es la única solución de las ecuaciones normales de Gauss:

$$A^t A z = A^t c$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

Esta recta, que puede que no pase por ninguno de los puntos anteriores, es la recta que hace mínimo el error cuadrático:

$$E^2 = \sum_{k=1}^n (ax_k + b - y_k)^2$$

Para la demostración de la fórmula de regresión multilineal ver anexo B.

## CAPÍTULO IV.- FUNDAMENTO TEÓRICO DE REDES NEURONALES

### 4.1. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial es una rama de las ciencias de la computación que estudia los fundamentos teóricos y prácticos del diseño de sistemas de computación inteligentes, que exhiben características inteligentes del ser humano como resolución de problemas, comprensión de lenguajes, aprendizaje y razonamiento.

Según otra definición más completa, la Inteligencia Artificial es el campo de estudio que se enfoca en la explicación y emulación de la conducta inteligente en función de procesos computacionales basados en la experiencia y el conocimiento continuo del ambiente.

### 4.2. CAMPOS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Los principales son: Teoría de Juegos, Visión Artificial, Robótica, Comprensión del Lenguaje, Traducción Automática, Programación Automática, Sistemas Expertos, Redes Neuronales y Algoritmos Genéticos.

En Ingeniería Civil se puede ver las aplicaciones de las redes neuronales para estabilidad de taludes, predicción en flujos de ríos y evaluación de condición de pavimentos [4], [7] y [8].

Las Redes Neuronales son de dos tipos: artificiales y biológicas.

Las **Redes Neuronales Biológicas** se componen de neuronas biológicas reales que están conectadas o relacionadas funcionalmente en un sistema nervioso. Tiene aplicaciones en el campo de la neurociencia.

Las **Redes Neuronales Artificiales** se encuentran en la base de diversas aplicaciones de la inteligencia artificial; por eso dentro de la inteligencia artificial está en la categoría de técnicas básicas. Sin embargo el usuario final no necesita conocerla sino los profesionales que se dedican a su aplicación y a la generación de aplicaciones comerciales. Para el desarrollo del presente trabajo se ha empleado la herramienta de redes neuronales del Matlab llamada Function Fitting Neural Network.

### **4.3. REDES NEURONALES ARTIFICIALES**

Las Redes Neuronales Artificiales son sistemas de computación que permiten la resolución de problemas que no pueden ser descritos fácilmente mediante un proceso de algoritmo tradicional. Con las redes se expresa la solución de un problema, no como una secuencia de pasos, sino como la evolución de un sistema inspirado en el funcionamiento del cerebro y dotado de cierta "inteligencia". Tal sistema no es sino la combinación de una gran cantidad de elementos simples de proceso (neuronas o nodo) interconectados, que operando de forma masivamente paralela, consiguen resolver el problema.

Una definición es:

Una red neuronal artificial es un procesador distribuido en paralelo de forma masiva que tiene una tendencia natural para almacenar conocimiento de forma experimental y lo hace disponible para su uso.

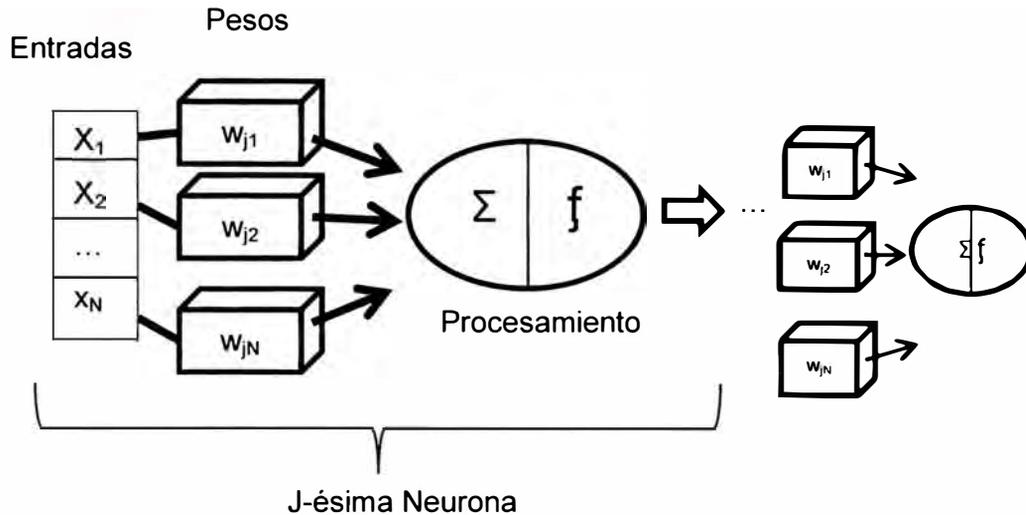
Las redes neuronales artificiales son conocidas también como modelos conexionistas. Las conexiones sirven para transmitir las salidas de unos nodos a las entradas de otros. El funcionamiento de un nodo es similar al de las neuronas biológicas presentes en el cerebro. Suele aceptarse que la información memorizada en el cerebro está relacionada con los valores sinápticos de las conexiones entre las neuronas. De igual forma, se dice que las redes neuronales tienen la capacidad de "aprender" mediante el ajuste de las conexiones entre nodos. Estas conexiones tienen un valor numérico asociado denominado peso, que puede ser positivo (conexiones de excitación) o negativo (conexiones de inhibición).

Se utilizan en tareas de clasificación. La red se propaga a través de ejemplos y la información se almacena en pesos (números) asociados a los enlaces entre neuronas.

#### **4.3.1. Estructura de una Red Neuronal Artificial**

Las redes neuronales artificiales están formadas por un conjunto de unidades de procesamiento interconectadas llamadas neuronas.

El modelo de neurona artificial más conocido es de McCulloch-Pitts (ver figura N° 4.1).



**Figura N° 4.1** Estructura de una red neuronal artificial

Cada neurona recibe como entrada un conjunto de señales discretas o continuas, representadas por las variables  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , las cuales están asociadas a los pesos sinápticos, que son representados por las variables  $w_{ij}$ , y son ellos en los que se guarda la mayor parte del conocimiento que la red neuronal tiene sobre la tarea en cuestión; además determinan el nivel de influencia de la neurona  $j$  para la neurona  $i$ .

Existen dos etapas de procesamiento para cada neurona: "suma y activación".

- En la primera etapa, las señales de entrada  $x_j$  y los pesos  $w_{ij}$  son combinadas mediante la siguiente sumatoria.

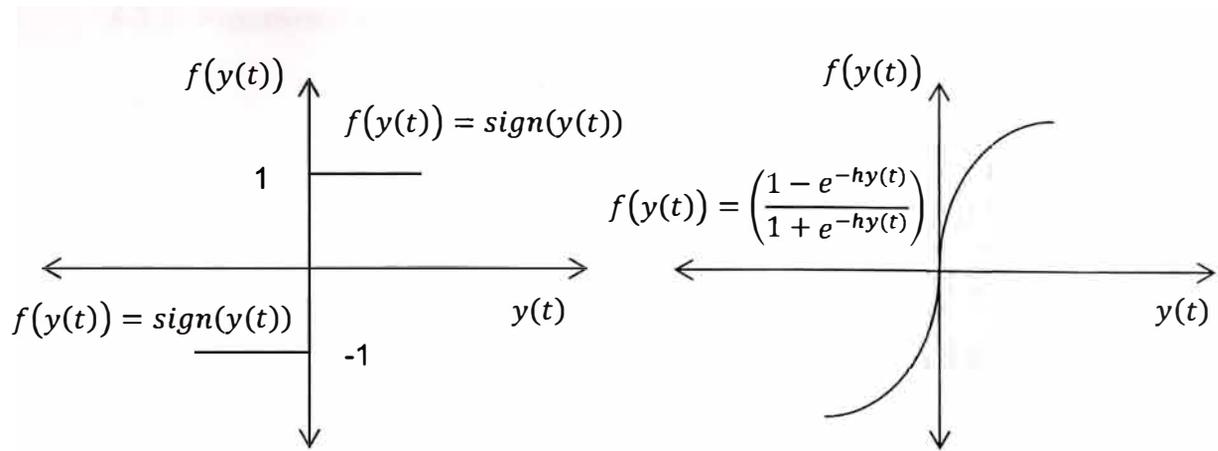
$$y_i = \sum_{j=1}^N w_{ij}x_j$$

Donde  $y_i$  representa el estado interno de la  $i$ -ésima neurona.

- En la segunda etapa, la salida de la neurona es generada a través de la aplicación de una función de activación.

$$x_i = f(y_i)$$

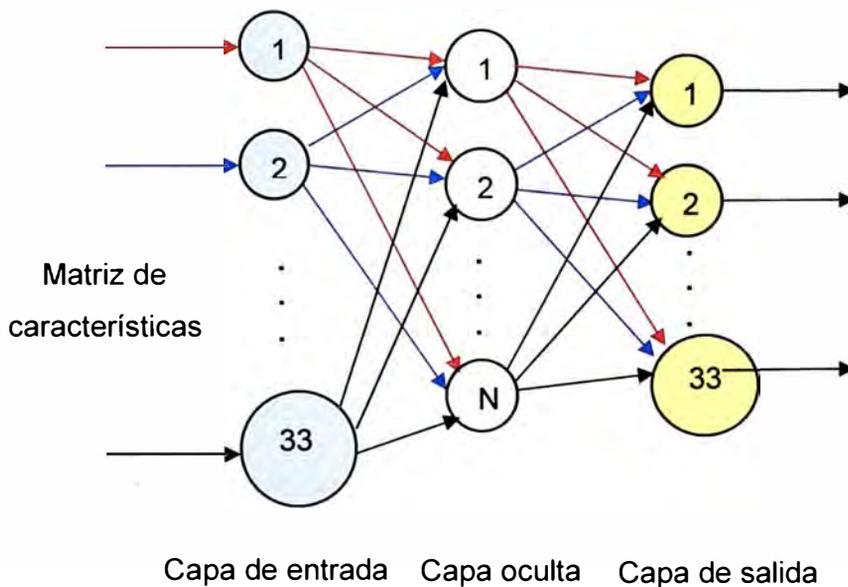
Donde la salida de la neurona es representada por  $x_i$  y  $f$  corresponde a la función de activación aplicada al estado interno de la neurona (ver figura N° 4.2).



**Figura N° 4.2** Funciones de activación: funciones de grado y tangente hiperbólica

Existen varios tipos de función de activación. La figura 4.2 muestra dos funciones de activación más usadas: La función de grado y la tangente hiperbólica. Como se vio en la primera figura 4.1, la salida de una neurona puede ser la entrada de otra. Generalmente, una red neuronal se forma por muchas neuronas de algunos acoplados.

Un modelo utilizado en una gran variedad de aplicaciones, es la red multicapa con conexiones unidireccionales hacia delante (ver figura N° 4.3).



**Figura N° 4.3** Estructura de una red neuronal

### 4.3.2. Algoritmo de aprendizaje

Los algoritmos en Aprendizaje Automático pueden ser clasificados en dos categorías: supervisados y no supervisados. Se usa el algoritmo en aprendizaje supervisado para construir "modelos" que generalmente predicen ciertos valores deseados. Para ello, los algoritmos supervisados requieren que se especifiquen los valores de entrada/salida (input/output o input/target) con un conjunto en pares de vectores con entradas reales de la forma, conocido como conjunto de entrenamiento o conjunto de ejemplos. Para nuestro caso usamos algoritmo supervisado y el input son las variables sencillas de obtener y el target son los precios de autovalúo reales obtenidos del municipio.

Los algoritmos de aprendizaje generalmente calculan los parámetros de una función (pesos) que permiten aproximar los valores de salida en el conjunto de entrenamiento.

### 4.4. REDES NEURONALES EN EL MATLAB

La forma más fácil de crear una red neuronal en MATLAB es usar una de las funciones de creación de redes del Toolbox de redes neuronales, como las funciones `fitnet`, `feedforwardnet`, `train` (Para ver una lista completa de las funciones ver "new networks functions" en el buscador del menú ayuda de MATLAB).

El flujo de trabajo para el proceso general de diseño de la red neuronal tiene seis pasos:

1. Colectar la data.
2. Crear la red.
3. Configurar la red.
4. Inicializar los pesos (weights) y las constantes (biases).
5. Entrenar la red.
6. Validar la red (análisis post-entrenamiento).
7. Usar la red.

## CAPÍTULO V.- APLICACIÓN DE REDES NEURONALES

### 5.1. DESCRIPCIÓN DE LA RED

La matriz de entrada es la traspuesta de los datos obtenida de las fichas de catastro que están en Excel y explicadas en un cuadro (ver cuadro 2.7). La matriz antes mencionada está formada por 8 filas que son las variables conocidas de cada predio y 33 columnas que es la cantidad de lotes (ver cuadro N°5.1).

**Cuadro N° 5.1 Matriz de entrada**

	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8
Fila 1	199.1	192.035	201.4	200	200	210	200	202
Fila 2	32.9	34.31	71.68	77.3	16	40	70	54
Fila 3	2	2	1	1	1	2	2	1
Fila 4	3	3	3	2	3	2	2	2
Fila 5	4	3	3	3	3	4	3	3
Fila 6	3	3	3	3	3	4	3	3
Fila 7	10	10	10	10	8	10	10	10
Fila 8	1	1	1	1	1	1	1	1

Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Columna 13	Columna 14	Columna 15	Columna 16	Columna 17
207.36	178.64	200.4	200	200	210	197.825	205	200
50.04	70.4	0	27.4	58	60	20	60	55.7
1	2	2	1	1	2	2	2	2
3	3	0	2	2	2	3	3	3
4	4	0	3	3	4	4	4	3
4	4	0	3	3	3	4	4	3
10	10	7	10	10	10	10	10	10
1	1	1	1	1	1	1	1	1

Columna 18	Columna 19	Columna 20	Columna 21	Columna 22	Columna 23	Columna 24	Columna 25
200.6	368.5	346.92725	378.729	363	231.66	216.3	225
35.1	0	95.2	207.2	150	48.2	84.78	75.61
2	2	2	2	2	1	1	1
3	3	2	3	2	3	3	3
3	3	2	3	2	3	3	4
3	3	2	3	1	3	3	4
10	10	10	5	4	10	8	10
1	1	1	1	2	1	1	1

Columna 26	Columna 27	Columna 28	Columna 29	Columna 30	Columna 31	Columna 32	Columna 33
376.57	385.5	379.5	236.69	225.24	374.25	375.0992	225
50.66	61.11	60.72	251.96	47.68	252.709	109.071	0
1	1	1	1	1	1	1	2
2	2	3	2	3	2	3	0
2	3	3	2	3	3	3	0
3	3	3	3	3	2	3	0
3	2	10	10	10	10	10	7
1	1	1	2	1	1	1	1

Se define el vector precios reales explicado en el cuadro N° 2.8; estos son los resultados a los cuales se desea llegar, además son empleados para entrenar la red neuronal (ver cuadro N° 5.2).

**Cuadro N° 5.2** Vector precios reales

	Columna 1
Fila 1	21.00
Fila 2	21.00
Fila 3	21.60
Fila 4	21.00
Fila 5	21.30
Fila 6	21.60
Fila 7	52.60
Fila 8	21.00
Fila 9	21.60
Fila 10	21.60
Fila 11	21.60
Fila 12	21.60
Fila 13	21.30
Fila 14	21.00
Fila 15	21.60
Fila 16	21.60
Fila 17	21.60
Fila 18	21.60
Fila 19	21.60
Fila 20	26.60
Fila 21	33.90
Fila 22	21.60
Fila 23	21.00
Fila 24	21.00
Fila 25	21.30
Fila 26	21.60
Fila 27	21.60
Fila 28	26.30
Fila 29	70.50
Fila 30	21.60
Fila 31	21.60
Fila 32	21.30
Fila 33	10.60

## 5.2. PREDICCIÓN DEL AUTOVALÚO DE UNA VIVIENDA

### PRIMER CASO:

Cálculo del autovalúo por regresión multilíneal por el método de mínimos cuadrados. Se resuelve la siguiente ecuación con el Matlab para hallar los valores del vector  $c$  (Ver figura N° 5.1).

$$A c = t$$

Donde  $A$  es la matriz de entrada,  $t$  es el vector precios reales y  $c$  es el vector que se va a calcular usando la herramienta del Matlab.

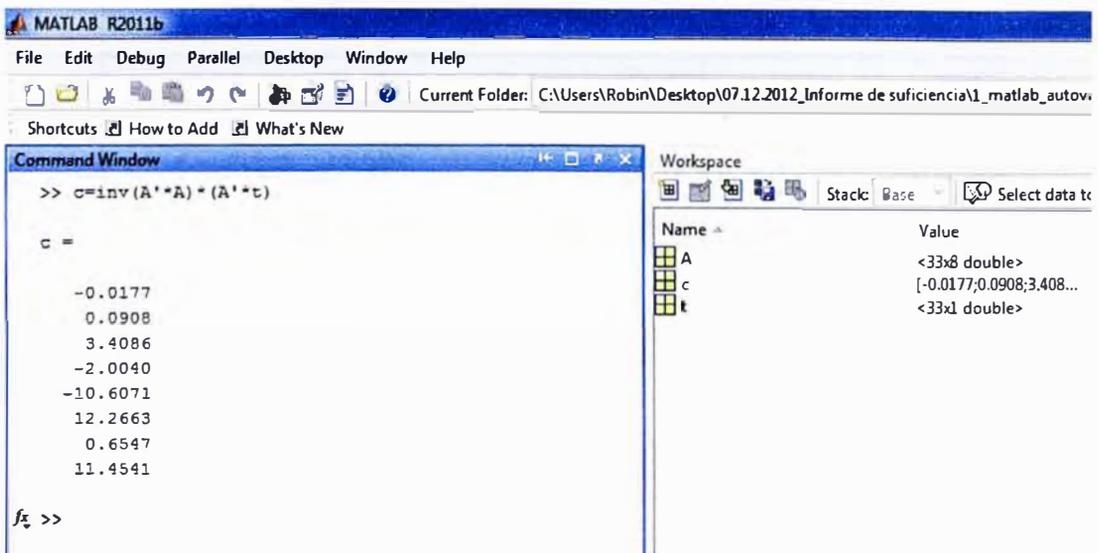


Figura N° 5.1 Cálculo de  $c$  usando el programa de Matlab

Los valores de  $c_i$  son:

$$c_1 = -0.0177$$

$$c_2 = 0.0908$$

$$c_3 = 3.4086$$

$$c_4 = -2.0040$$

$$c_5 = -10.6071$$

$$c_6 = 12.2663$$

$$c_7 = 0.6547$$

$$c_8 = 11.4541$$

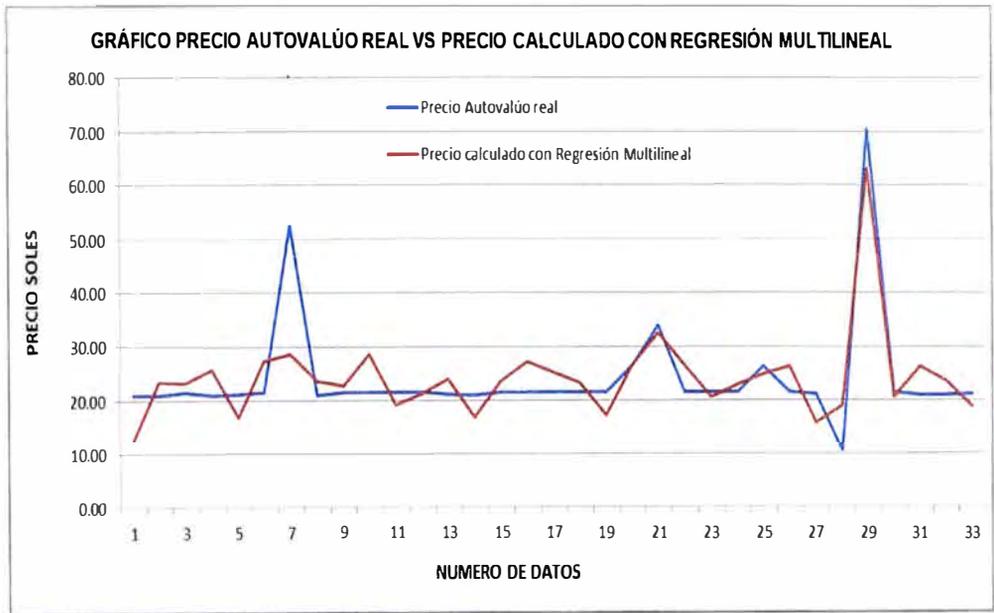
Los valores del autovalúo calculados por regresión multilíneal son comparados con los precios de autovalúo real; se calcula además el porcentaje de error entre estos dos valores (ver cuadro N° 5.3).

**Cuadro N° 5.3 Precio del autovalúo calculado por regresión multilíneal**

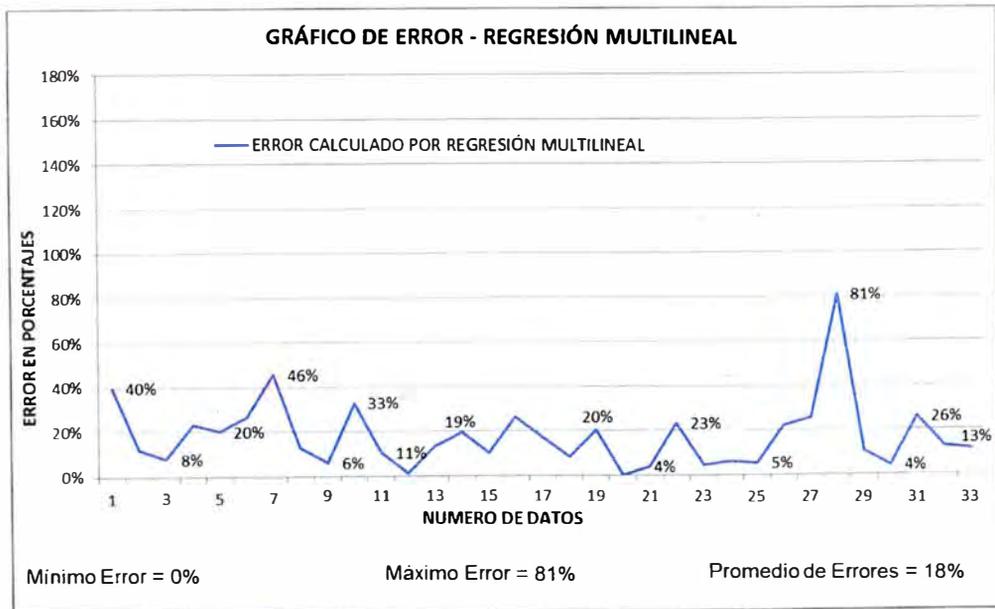
Precio Autovalúo real	Precio calculado con Regresión Multilíneal	% Error
21.00	12.64	40%
21.00	23.50	12%
21.60	23.32	8%
21.00	25.86	23%
21.30	16.98	20%
21.60	27.36	27%
52.60	28.60	46%
21.00	23.71	13%
21.60	22.91	6%
21.60	28.67	33%
21.60	19.31	11%
21.60	21.33	1%
21.30	24.11	13%
21.00	16.91	19%
21.60	23.76	10%
21.60	27.26	26%
21.60	25.30	17%
21.60	23.42	8%
21.60	17.26	20%
26.60	26.63	0%
33.90	32.62	4%
21.60	26.58	23%
21.60	20.65	4%
21.60	22.93	6%
26.30	24.92	5%
21.60	26.34	22%
21.30	15.87	26%
10.60	19.17	81%
70.50	63.12	10%
21.60	20.72	4%
21.00	26.43	26%
21.00	23.64	13%
21.30	18.87	11%
<b>Promedio de error</b>		<b>18%</b>

Del cuadro anterior se grafica las dos primeras columnas (ver gráfico N° 5.1) para observar la diferencia que existe entre ambas curvas; además se grafica los errores que se tiene (ver gráfico N° 5.2). El error relativo es calculado como el valor absoluto de la diferencia del valor real menos el valor calculado, dividido entre el valor absoluto real.

**Gráfico N° 5.1** Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con regresión multilíneal



**Gráfico N° 5.2** Error obtenido con regresión multilíneal



**SEGUNDO CASO:**

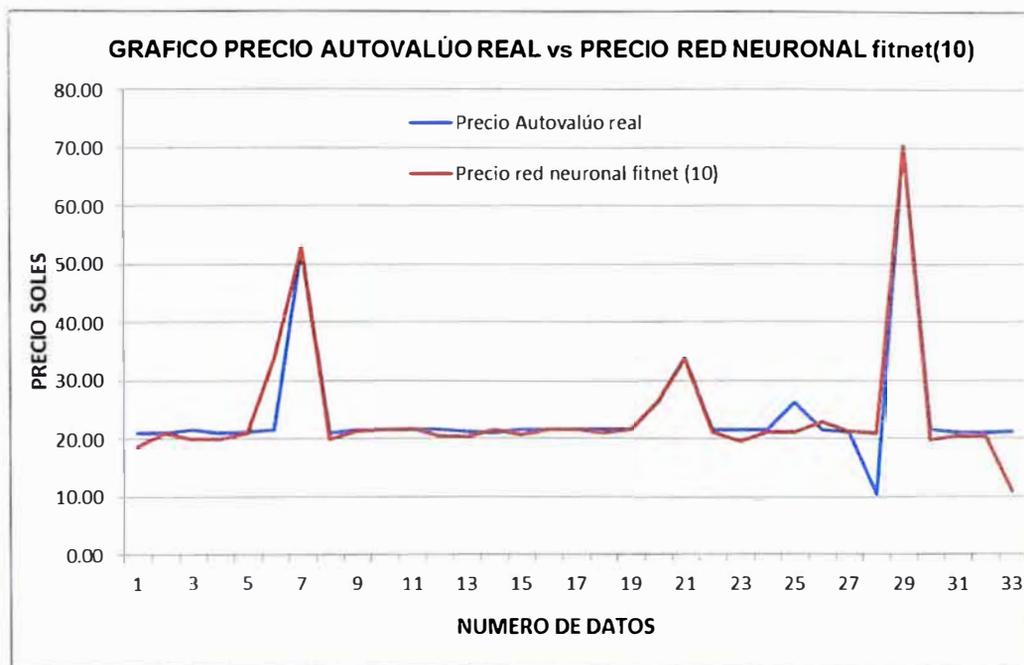
Cálculo del autovalúo usando redes neuronales por ajuste de curvas, empleando el comando fitnet con 10 neuronas (ver cuadro 5.4).

**Cuadro Nº 5.4** Precio del autovalúo calculado con el comando fitnet(10)

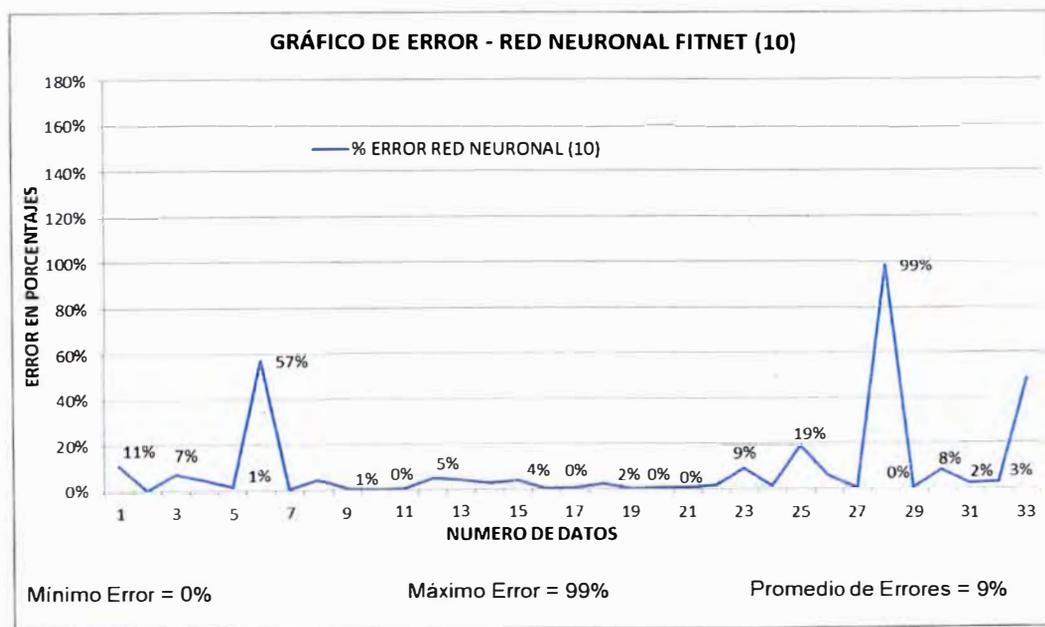
Precio Autovalúo real	Precio autovalúo calculado fitnet (10)	% Error
21.00	18.75	11%
21.00	21.03	0%
21.60	20.03	7%
21.00	20.06	4%
21.30	20.99	1%
21.60	33.86	57%
52.60	52.87	1%
21.00	20.05	5%
21.60	21.48	1%
21.60	21.62	0%
21.60	21.70	0%
21.60	20.57	5%
21.30	20.41	4%
21.00	21.56	3%
21.60	20.77	4%
21.60	21.58	0%
21.60	21.66	0%
21.60	21.11	2%
21.60	21.57	0%
26.60	26.50	0%
33.90	33.77	0%
21.60	21.27	2%
21.60	19.61	9%
21.60	21.26	2%
26.30	21.27	19%
21.60	22.93	6%
21.30	21.37	0%
10.60	21.05	99%
70.50	70.32	0%
21.60	19.78	8%
21.00	20.52	2%
21.00	20.46	3%
21.30	11.01	48%
<b>Promedio de error</b>		<b>9%</b>

Del cuadro anterior se grafica las dos primeras columnas (ver gráfico N° 5.3) para observar la diferencia que existe entre los dos valores, además se gráfica el error entre los precios (ver gráfico N° 5.4). Se determina el error relativo de manera similar al caso de regresión multilínea.

**Gráfico N° 5.3** Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con redes neuronales utilizando 10 neuronas.



**Gráfico N° 5.4** Error obtenido con la red neuronal fitnet (10)



**TERCER CASO:**

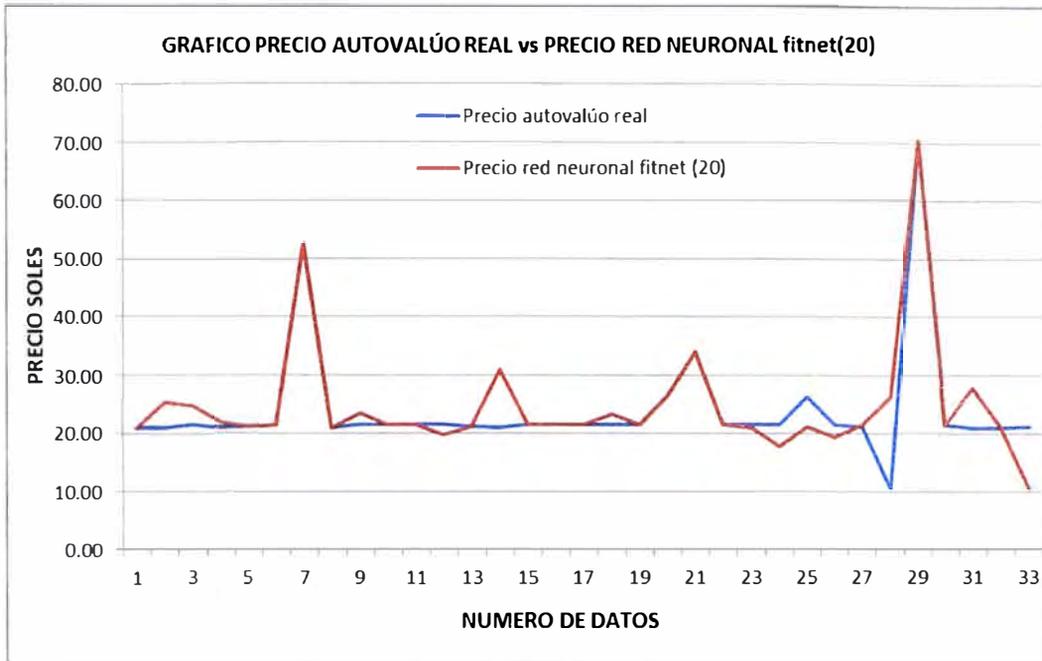
Calculo del autovalúo empleando redes neuronales por ajuste de curvas; en este caso se usa 20 neuronas.

**Cuadro Nº 5.5** Precio del autovalúo calculado con el comando fitnet (20)

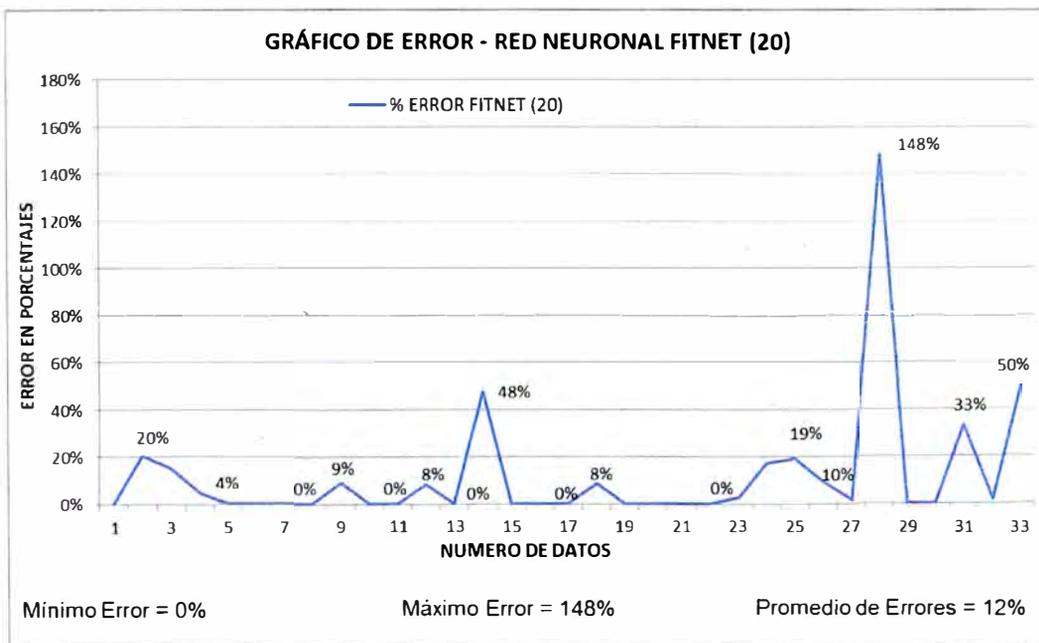
Precio autovalúo real	Matriz calculado fitnet (20)	% Error
21.00	21.00	0%
21.00	25.23	20%
21.60	24.81	15%
21.00	21.94	4%
21.30	21.30	0%
21.60	21.60	0%
52.60	52.60	0%
21.00	21.00	0%
21.60	23.54	9%
21.60	21.60	0%
21.60	21.60	0%
21.60	19.79	8%
21.30	21.30	0%
21.00	31.02	48%
21.60	21.60	0%
21.60	21.60	0%
21.60	21.60	0%
21.60	23.43	8%
21.60	21.60	0%
26.60	26.60	0%
33.90	33.90	0%
21.60	21.60	0%
21.60	21.00	3%
21.60	17.86	17%
26.30	21.30	19%
21.60	19.53	10%
21.30	21.60	1%
10.60	26.30	148%
70.50	70.50	0%
21.60	21.60	0%
21.00	27.96	33%
21.00	21.30	1%
21.30	10.60	50%
<b>Promedio de error</b>		<b>12%</b>

Del cuadro anterior se grafica las dos primeras columnas (ver gráfico N° 5.5) para observar la diferencia; además se grafica los errores relativos encontrados (ver gráfico N° 5.6).

**Gráfico N° 5.5** Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con redes neuronales utilizando 20 neuronas



**Gráfico N° 5.6** Error obtenido con la red neuronal fitnet (20)



**CUARTO CASO:**

Calculo del autovalúo usando redes neuronales para ajuste de curvas; en este cuarto caso se usa 30 neuronas.

**Cuadro N° 5.6** Precio del autovalúo calculado con el comando fitnet (30)

Precio Autovalúo real	Matriz calculado fitnet (30)	% Error
21.00	21.00	0%
21.00	21.00	0%
21.60	21.60	0%
21.00	21.00	0%
21.30	21.30	0%
21.60	21.60	0%
52.60	52.60	0%
21.00	21.16	1%
21.60	33.04	53%
21.60	21.60	0%
21.60	13.19	39%
21.60	21.60	0%
21.30	21.26	0%
21.00	21.00	0%
21.60	21.60	0%
21.60	21.60	0%
21.60	22.91	6%
21.60	21.60	0%
21.60	21.60	0%
26.60	34.12	28%
33.90	33.90	0%
21.60	21.60	0%
21.60	21.58	0%
21.60	21.00	3%
26.30	28.05	7%
21.60	21.60	0%
21.30	21.60	1%
10.60	26.30	148%
70.50	61.94	12%
21.60	21.60	0%
21.00	21.60	3%
21.00	31.16	48%
21.30	10.60	50%
<b>Promedio de error</b>		<b>12%</b>

rafica las dos primeras columnas (ver gráfico N° a; además se grafica los errores (ver gráfico N° 5.8).

° 5.7 Precio autovalúo real vs. Precio autovalúo calculado con redes neuronales utilizando 30 neuronas

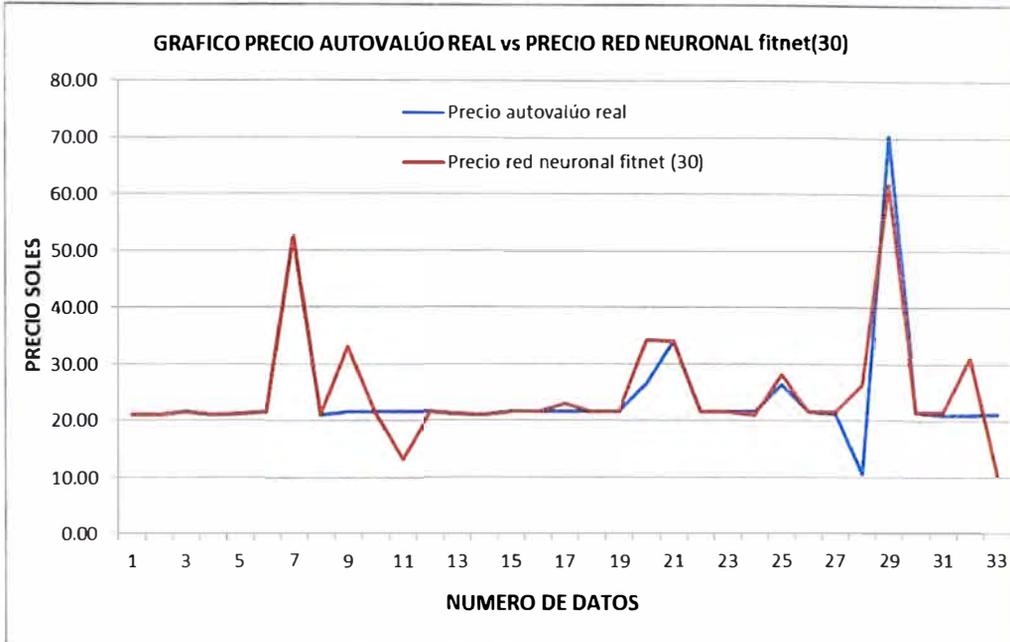
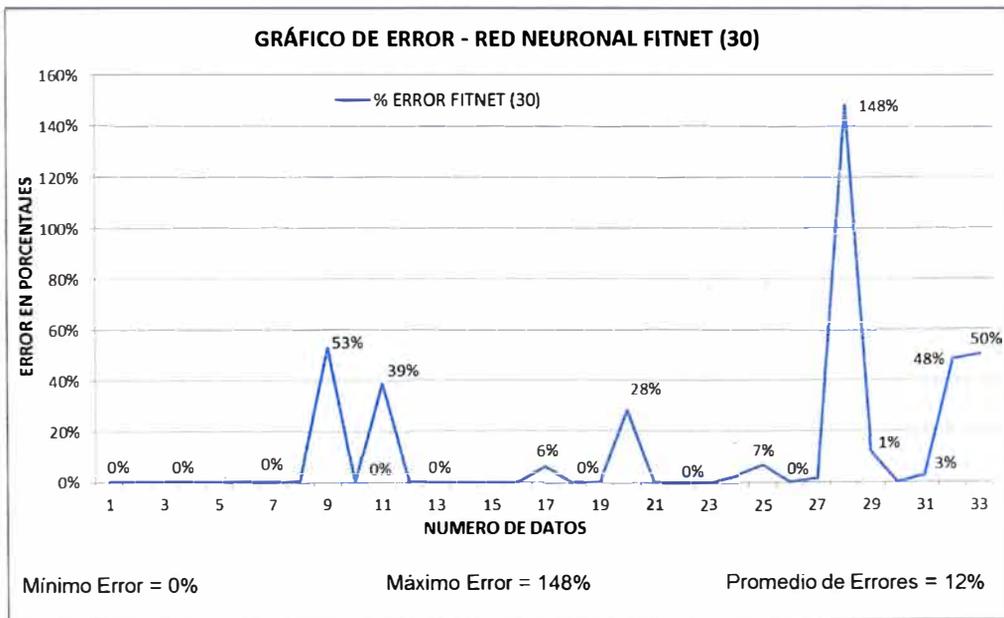


Gráfico N° 5.8 Error obtenido con la red neuronal fitnet (30)



### 5.3. PREDICCIÓN DEL COSTO DEL AUTOVALÚO

La predicción que mejor se adapta a los verdaderos costos de autovalúo es la calculada utilizando la red neuronal con la función fitnet con 10 neuronas, la cual se encuentra en el segundo caso. Se describe a continuación el procedimiento para predecir el costo de 136 lotes del centro poblado Santa Cruz.

a. Se realiza el entrenamiento de la red neuronal con los lotes donde se conoce el costo de autovalúo.

La matriz de entrada está formada por los valores indicados en el cuadro N° 5.1 donde se tiene 8 filas que son las variables descritas en el capítulo II en el punto 2.4 (variables para la estimación del autovalúo) y 33 columnas que son el número de lotes.

b. Los precios que paga cada dueño de un predio se indican en el vector de precios reales cuyos valores están en el cuadro N° 5.2.

c. Con ayuda de la ventana del Worspace del Matlab se guarda la matriz de entrada; en este caso los datos están almacenados en la variable "x" y el vector de precios reales en la variable "t". Ambas variables se encuentran en el archivo "predecir\_precio\_autovaluo.mat" (ver figura N° 5.2).

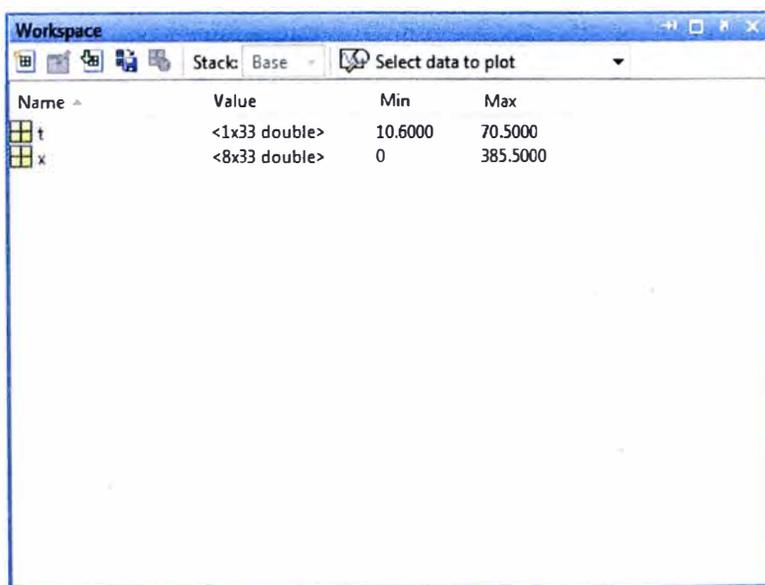


Figura N° 5.2 Ventana Workspace del Matlab

d. La codificación del programa para ajuste de curva se llama “ROBIN\_fitnet\_10” (ver Anexo C).

Para la descripción de los comandos del programa en Matlab ver anexo D.

e. En el Matlab se escribe el nombre “ROBIN\_fitnet\_10” y se ejecuta el programa para calcular los pesos óptimos de la red neuronal que permite predecir el costo de autovalúo (ver figura N° 5.3).

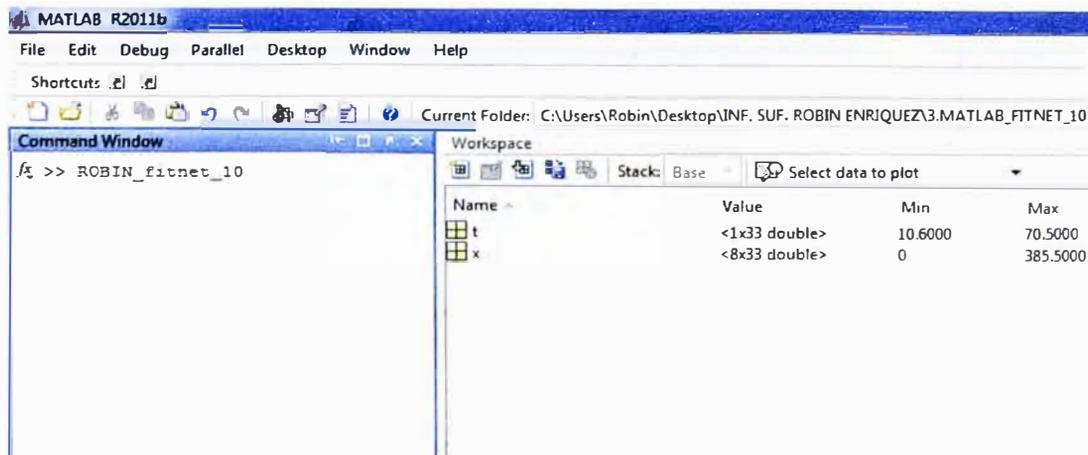


Figura N° 5.3 Ventana del Matlab

f. El programa se entrena varias veces (ver figura N° 5.4) hasta que el promedio de error de los 33 lotes sea mínimo. El error relativo se calcula de manera similar a la indicada en párrafos anteriores.

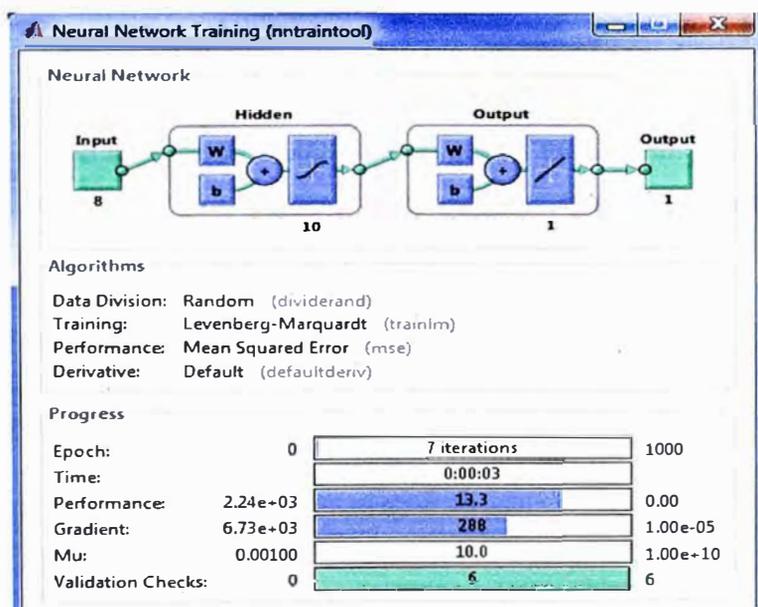
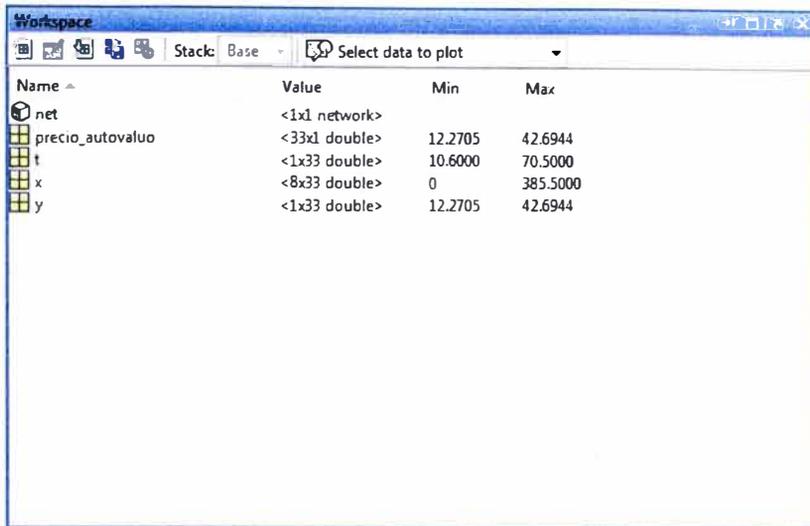


Figura N° 5.4 Entrenamiento de la red neuronal

g. Una vez obtenido el error mínimo lo que nos interesa del programa es la red neuronal entrenada que se guarda en un icono en forma de cubo que se conoce como **net** (ver figura N° 5.5).



**Figura N° 5.5** Ventana Workspace con la red entrenada **net**

h. Para comprobar que efectivamente la red neuronal es correcta se realiza una pequeña comprobación con los datos de entrada y la red entrenada **net**. Se digita el comando que se llama "fitnet\_10\_33\_lotes" y se ejecuta la red. En la ventana del Workspace se observa el resultado de la estimación del costo de los 33 lotes.

A continuación se muestra una pequeña codificación en Matlab denominada "fitnet\_10\_33\_lotes", la cual necesita los datos de entrada de los 33 lotes y la red entrenada **net**, el resultado se guarda en una variable llamada "predicción\_red". En la figura N° 5.6 se tiene una vista del programa en Matlab y los archivos que se generan al ejecutar el programa para verificar que la red entrenada está conforme.

### Programa Predicción del autovalúo en Matlab

```
%Llamar con el comando del programa denominado "fitnet_10_33_lotes"  
clear;  
clc;  
load datos_33_lotes;  
x = datos_33_lotes;
```

```
y = net(x);  
prediccion_red=y';
```

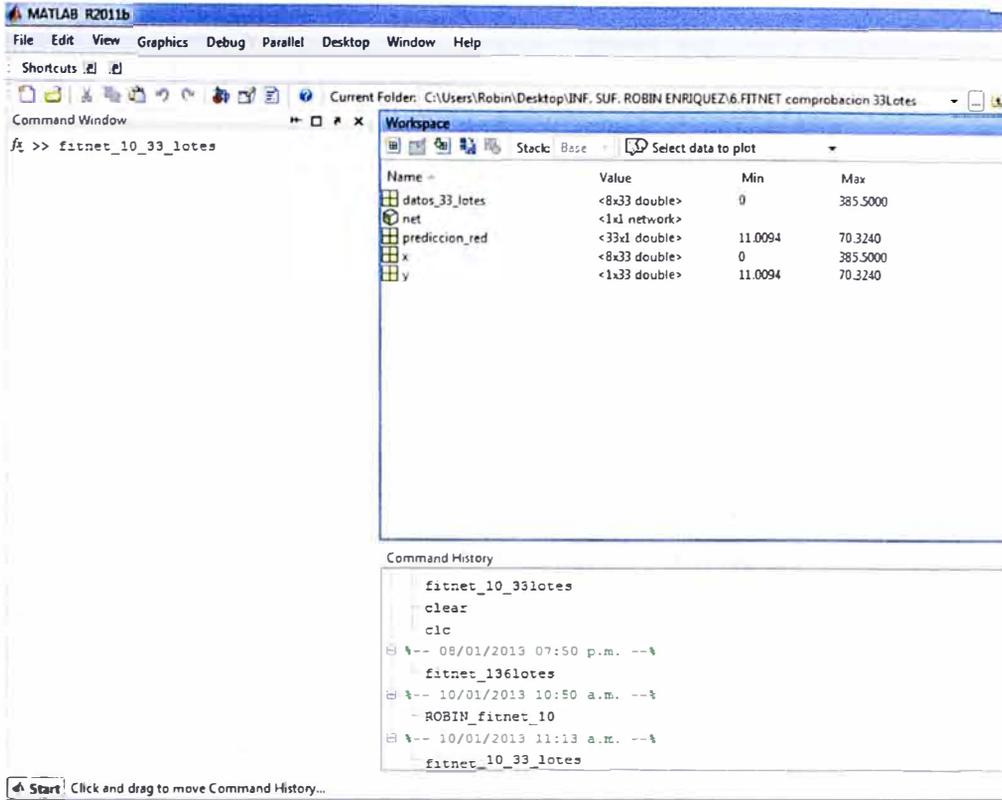


Figura N° 5.6 Vista del programa del Matlab

- i. Se compara el precio de autovalúo entre fitnet (10) y la red **net** (ver cuadro N° 5.7). Se observa que los valores son idénticos, esta es una manera de comprobar si la red es correcta. Ahora se puede usar la red entrenada **net** para predecir el costo de **n** lotes que tengan las 8 variables completas.
- j. De los datos que fueron obtenidos de las fichas catastrales filtramos los lotes que tengan las 8 variables completas para predecir el costo de autovalúo que se debe pagar a la municipalidad. Como resultado se tiene 136 lotes (ver anexo F).
- k. Los costos estimados que deben pagar los dueños de los 136 lotes, se muestran en el anexo G.

**Cuadro N° 5.7** Comparación del precio de autovalúo entre fitnet (10) y la red net

N°	Manzana	Lote	Precio autovalúo fitnet (10)	Precio autovalúo calculado con "net"
1	6	1	18.75	18.75
2	6	6	21.03	21.03
3	6	16	20.03	20.03
4	7	1	20.06	20.06
5	7	3	20.99	20.99
6	7	11	33.86	33.86
7	7	17	52.87	52.87
8	8	13	20.05	20.05
9	8	14	21.48	21.48
10	9	1	21.62	21.62
11	16	13	21.70	21.70
12	16	14	20.57	20.57
13	17	3	20.41	20.41
14	27	10	21.56	21.56
15	27	12	20.77	20.77
16	27	13	21.58	21.58
17	29	6	21.66	21.66
18	29	8	21.11	21.11
19	91 (I)	2	21.57	21.57
20	91 (I)	3	26.50	26.50
21	91 (I)	6	33.77	33.77
22	91 (I)	14	21.27	21.27
23	92 (O)	8	19.61	19.61
24	92 (O)	10	21.26	21.26
25	92 (O)	12	21.27	21.27
26	93 (J)	4	22.93	22.93
27	93 (J)	6	21.37	21.37
28	93 (J)	10	21.05	21.05
29	94 (N)	1	70.32	70.32
30	94 (N)	6	19.78	19.78
31	95 (K)	7	20.52	20.52
32	95 (K)	10	20.46	20.46
33	96 (M)	4	11.01	11.01

## **CAPÍTULO VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. CONCLUSIONES**

- Para predecir el costo del autovalúo de las viviendas de centros poblados como el de Santa Cruz, una red neuronal de 10 neuronas es la que mejor se aproxima a los precios de autovalúo porque en el presente informe se compara aquel que se obtenga menor error relativo.
- Al comparar los precios de autovalúo encontrados por regresión multilínea y las redes de 10, 20 y 30 neuronas, se observa que los precios de autovalúo obtenidos con redes presentan mejor aproximación a los precios de la ficha catastral; una explicación es que estas redes representan mejor la parte estocástica de un problema que los ajustes de regresión.
- No por tener en una red más neuronas esta se hace más precisa. Si se usa demasiadas neuronas artificiales el entrenamiento será memorizado, si eso ocurre, la generalización de datos que se desea obtener no se producirá, haciendo inútil la red neuronal para una nueva base de datos.
- Los datos de catastro almacenados en SIG permiten una rápida interpretación de la información obtenida de la ficha catastral y ayudan a visualizar rápidamente los resultados.

### **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda comparar los errores relativos producidos por regresión multilínea con los de redes neuronales para verificar la precisión de la red como se realiza en el presente informe.
- Se recomienda el empleo de la librería de redes neuronales de Matlab por ser relativamente de fácil aplicación y adaptación a diversos problemas.
- Se recomienda que los datos que se obtienen en otros lugares en las fichas de catastro se complementen con una fotografía del lote para obtener información visual que se requiera más adelante del predio.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] CAMPOS A. "Proceso de distribución aplicando redes neuronales artificiales con supervisión". Tesis, Universidad Autónoma de Nuevo León - San Nicolás de la Garza – México, 1998.
- [2] CHAO L., SKIBNIEWSKI M. "Estimating Construction Productivity: Neural-Network-Based Approach. Journal of Computing in Civil Engineering". Indiana, USA, 1994.
- [3] DELGADO O. "Catastro multipropósito en municipios pequeños, caso municipalidad de Santiago, provincia de Morona Santiago – Ecuador". Universidad de Azuay - Ecuador, 2003.
- [4] FLOOD I., KARTAM N. "Neural Networks in Civil Engineering I: Principles and Understanding. II: Systems and Application. Journal of Computing in Civil Engineering". USA, 1994.
- [5] GAMBINO L. "Procesamiento digital de señales en edificios inteligentes". Tesis, Instituto Politécnico Nacional – México, 2009.
- [6] GARCÍA P. "Las redes neuronales supervisadas". Universidad Complutense de Madrid – Madrid, 2005.
- [7] NACHIMUTHU W., GRENNEY W., BOVEE K. "Neural Networks for River Flow Prediction, Journal of Computing in Civil Engineering". Maryland - USA, 1994.
- [8] SHALABY A., REGGIN A. "Optimization of data collection needs for manual and automated network-level pavement condition ratings based on transverse variability and neural networks". The University of Manitoba, Winnipeg, Canadá, 2007.
- [9] SNCP- Sistema nacional integrado de información catastral predial - Perú. Acceso <http://www.sncp.gob.pe/>, 2011.

# ANEXOS

# ANEXO A

Anexo A: Fichas catastrales individuales escaneadas

**FICHA CATASTRAL URBANA INDIVIDUAL**

NÚMERO DE FICHAS POR LOTE   

**ESCUDO  
DISTRITAL,  
PROVINCIAL**

CÓDIGO ÚNICO CATASTRAL - CUC		CÓDIGO HOJA CATASTRAL	
CÓDIGO DE REFERENCIA CATASTRAL			
DEPTO.	DIST.	SECTOR	MANZANA
15	08	72	01
LOTES	EDIFICA	ENTRADA	PISO
091	01	2	01
UNIDAD	DC		
01	0001		
CÓD. CONTRIBUYENTE DE RENTAS	CÓDIGO PREDIAL DE RENTAS	ACUMULADA A CÓDIGO PREDIAL DE RENTAS	

**LOGO  
ENTIDAD  
EJECUTORA**

**UBICACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL**

CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE VÍA	NOMBRE DE VÍA	TIPO DE PUERTA	N° MUNICIPAL	COM. VALOR	N° DE CENTRO DE MANEJO
	CA	COSMOS	P			
NOMBRE DE LA EDIFICACIÓN		TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE INTERIOR	N° INTERIOR		
		02	02			
TIPO DE VÍA	TIPO DE PUERTA	COND. UDE	PO DE	TIPO DE INTERIOR		
NOMBRE DE LA HABILITACIÓN URBANA		ZONA/SECTOR/ETAPA	MANZANA	LOTE	SUB-LOTE	

**IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR CATASTRAL**

TIPO DE TITULAR	ESTADO CIVIL	NOMBRES	
1		BRIGIDA AURORA	
TIPO DOC. IDENTIDAD	N° DOC.	APELLIDO PATERNO	
02	2 275 6806	TRESOS	
		APELLIDO MATERNO	
		CESPEDES	
TIPO DOC. IDENTIDAD	NOMBRES	APELLIDO PATERNO	
		APELLIDO MATERNO	
TIPO DE DOC. DE IDENTIDAD			
RAZÓN SOCIAL			
PERSONA JURÍDICA			
COND. ESP.			
DEL TITULAR			
N° DE RESOLUCIÓN DE EXERCERCIÓN			
N° DE BOLETA DE PROMOTORA			
FECHA DE INICIO DE LA EXERCERCIÓN			
FECHA DE VENCIMIENTO DE LA EXERCERCIÓN			

**DOMICILIO FISCAL DEL TITULAR CATASTRAL**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	TELÉFONO	ANEXO	FAX	CORREO ELECTRÓNICO
CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE VÍA	NOMBRE DE VÍA	N° MUNICIPAL	NOMBRE DE EDIFICACIÓN		N° INTERIOR
CODIGO DE HU	NOMBRE DE LA HABILITACIÓN URBANA		ZONA/SECTOR/ETAPA	MANZANA	LOTE	SUB-LOTE

**CARACTERÍSTICAS DE LA TITULARIDAD**

CONDICIÓN DEL TITULAR	FORMA						FECHA		AÑO
DE ADQUISICIÓN	CONDICIÓN ESPECIAL DEL PREDIO (Especialidad)						DE ADQUISICIÓN		
N° DE RESOLUCIÓN DE EXERCERCIÓN DEL PREDIO									
PORCENTAJE									
FECHA DE INICIO									
FECHA DE VENCIMIENTO									

**DESCRIPCIÓN DEL PREDIO**

CLASIFICACIÓN DEL PREDIO	PREDIO		CATASTRAL EN		CÓDIGO DE USO	
01	01		01		01	
ÁREA DE TERRENO TÍTULO (M2)						
ÁREA DE TERRENO DECLARADA (M2)						
ÁREA DE TERRENO VERIFICADA (M2)						
394.23						
LINDEROS DE LOTE (M)	MEDIDA EN CAMPO	MEDIDA SEGÚN TÍTULO	COUNDANCIAS EN CAMPO		COUNDANCIAS SEGÚN TÍTULO	
FRENTE	15.98		Calle Cosmos			
DERECHA	24.81		Lote 11			
IZQUIERDA	24.81		Lote 13			
FONDO	10.20		Lote 03			

Figura N° A.1 Ficha individual escaneada cara frontal

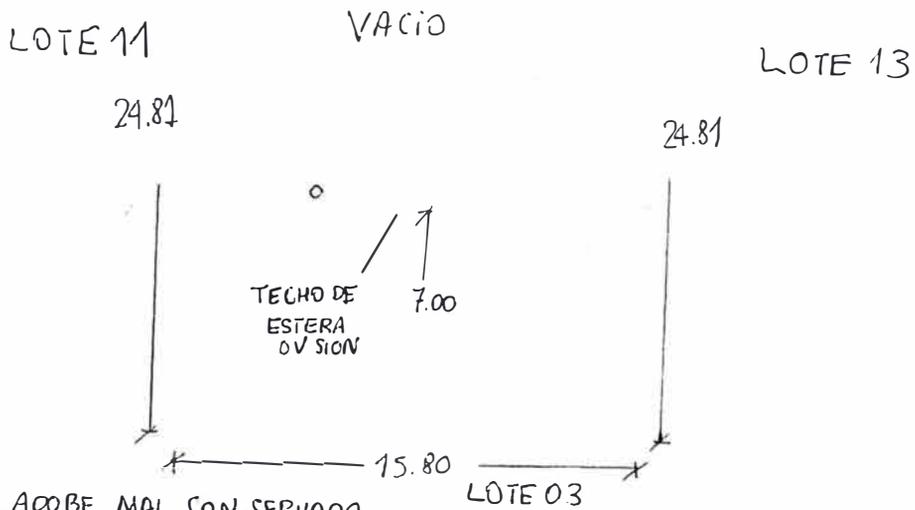
OSMOS

MZ 91 LT 12

MURJ  
ADOBE

15.98

P



- EL ADOBE MAL CONSERVADO
- MZ I SE CAMBIO POR MZ 91
- EL AREA TEJADA ES CERO.

**Figura N° A.3** Hoja adicional a la ficha

NÚMERO DE FICHA

**FICHA CATASTRAL URBANA INDIVIDUAL**

NÚMERO DE FOLIOS POR LOTE

ESCUDO  
 DISTRITAL,  
 PROVINCIAL

CÓDIGO ÚNICO CATASTRAL - CUC				CÓDIGO HOJA CATASTRAL			
CÓDIGO DE REFERENCIA CATASTRAL							
LOTES	SECTOR	MANZANA	LOTE	EDIFICA	ENTRADA	PISO	UNIDAD
15	08	12	01	00	6	00	E-1-01-01-0017
CÓDIGO CONTRIBUYENTE DE RENTAS			CÓDIGO PREDIAL DE RENTAS		UNIDAD AGUINALAGA/CÓDIGO PREDIAL DE RENTAS		

LOGO  
 ENTIDAD  
 EJECUTORA

**UBICACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL**

CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE VÍAS	NOMBRE DE VÍA	TIPO DE PUMBA	N° MUNICIPAL	CÓDIGO	N° DE CERTIF. DE INFORMACIÓN
	AV.	CENTENARIO	P			
NOMBRE DE LA EDIFICACIÓN		TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE INTERIOR	N° INTERIOR		
		02	02			
NOMBRE DE LA HABITACIÓN URBANA						
ZONA/SECTOR/ETAPA						
MANZANA						
LOTE						
SUB-LOTE						

**IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR CATASTRAL**

TIPO DE TITULAR	ESTADO CIVIL	NOMBRES				
01	03	Ragolia				
TIPO DOC. IDENTIDAD	N° DOC.	APELLIDO MATERNO				
02	22894139	Morales				
TIPO DOC. IDENTIDAD	N° DOC.	APELLIDO MATERNO				
TIPO DE DOC. DE IDENTIDAD	RAZÓN SOCIAL					
PERSONA JURÍDICA	COND. ESP.					
DEL TITULAR	FECHA DE VENCIMIENTO DE LA EXERCITACIÓN					

**DOMICILIO FISCAL DEL TITULAR CATASTRAL**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	TELÉFONO	ANEXO	FAK	CORREO ELECTRÓNICO
CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE VÍA	NOMBRE DE VÍA	N° MUNICIPAL	NOMBRE DE EDIFICACIÓN		N° INTERIOR
CÓDIGO DE HJ	NOMBRE DE LA HABITACIÓN URBANA		ZONA/SECTOR/ETAPA	MANZANA	LOTE	SUB-LOTE

**CARACTERÍSTICAS DE LA TITULARIDAD**

CONDICIÓN DEL TITULAR	FECHA DE ADQUISICIÓN					
FORMA	FECHA DE VENCIMIENTO					
CONDICIÓN ESPECIAL DEL PREDIO	FECHA DE INICIO					
N° DE RESOLUCIÓN DE EXERCITACIÓN DEL PREDIO	PORCENTAJE	FECHA DE INICIO		FECHA DE VENCIMIENTO		

**DESCRIPCIÓN DEL PREDIO**

CLASIFICACIÓN DEL PREDIO	ÁREA DE TERRENO TÍTULO (M2)		ÁREA DE TERRENO DECLARADA (M2)		ÁREA DE TERRENO VERIFICADA (M2)	
01					197.04	
LONGITUD DE LOTE (M)	MEDIDA EN CAMPO	MEDIDA SEGÚN TÍTULO	COORDENADAS EN CAMPO		COORDENADAS SEGÚN TÍTULO	
FRENTE	9.95		AV. CENTENARIO			
DERECHA	10.30		LOTE 5			
IZQUIERDA	19.30		LOTE 7			
FONDO	9.95		LOTE 15			

Figura N° A.4 Ficha individual escaneada cara frontal

**SERVICIOS BÁSICOS**

LUZ	AGUA	TELÉR.	DESAGÜE	N° SUM. LUZ	N° CONTRATO DE AGUA	N° TELEFONO
-----	------	--------	---------	-------------	---------------------	-------------

**CONSTRUCCIONES**

N° PISO BÓTANO MEZZANINE	FECHA DE CONSTRUCCIÓN		MEP	ECS	ECC	CATEGORÍAS							ÁREA CONSTRUIDA (M <sup>2</sup> )		
	MEZ	ARO				ESTRUCTURA			ACABADOS				DECLARADA	VERIFICADA	UCA
			03	03	03									34.31	

MEP: MATERIAL ESTRUCT. PREDOMINANTE	ECS: ESTADO DE CONSERVACIÓN	ECC: ESTADO DE LA CONSTRUCCIÓN	UCA: UBICACIÓN DE CONSTRUCCIÓN ANTI-REGlamentARIA	N° DE BIEN COMUN	TERRENO	CONSTRUCC.
-------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------	---	---------------------	---------	------------

**OBRAS COMPLEMENTARIAS / OTRAS INSTALACIONES**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA CONST.			DIMENSIONES VERIFICADAS			PRODUCTO TOTAL	UNIDAD DE MEDIDA	UCA
		MEZ	ARO	MEP	ECS	ECC	LARGO			

**DOCUMENTOS**

TIPO DE DOCUMENTO	N° DE DOCUMENTO	FECHA			ÁREA AUTORIZADA	TIPO DE DOCUMENTO	N° DE DOCUMENTO	FECHA			ÁREA AUTORIZADA
		DA	MEZ	ARO				DA	MEZ	ARO	

REGISTRO NOTARIAL DE LA ESCRITURA PÚBLICA	NOMBRE DE LA NOTARIA	KARDEX	FECHA DE ESCRITURA PÚBLICA
---	----------------------	--------	----------------------------

**INSCRIPCIÓN DEL PREDIO CATASTRAL EN EL REGISTRO DE PREDIOS**

TIPO DE PARTIDA REGISTRAL	NÚMERO	FOJAS	ASIENTO	FECHA DE INSCRIPCIÓN DEL PREDIO	DECLARATORIA DE FÁBRICA	AS. INC. DE FÁBRICA	FECHA DE RESOLUCIÓN DE FÁBRICA
---------------------------	--------	-------	---------	---------------------------------	-------------------------	---------------------	--------------------------------

**EVALUACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL**

EVALUACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL	ÁREA DE TERRENO INVADIDA (M <sup>2</sup> )		
PREDIO CATASTRAL CASI	PREDIO CATASTRAL BARRIBALADO	EN LOTE COLINDANTE	EN ÁREA PÚBLICA
PREDIO CATASTRAL BARRIBALADO	PREDIO CATASTRAL CONFORME	EN ZONA DE ARRASTRADO	EN ÁREA SITIALE

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

CONDICIÓN DE DECLARANTE	EN TITULAR CATASTRAL	EN REPRESENTANTE LEGAL	EN ARRENDATARIO	EN FAMILIAR	EN VECINO	EN OTRO INTERESADO
IDENTIFICACIÓN DE LOS LITIGANTES				ESTADO DE LLENADO DE LA FICHA		
TO	N° DOCUMENTO	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS LITIGANTES		CÓDIGO DEL CONTRALIBRO	1- FECHA COMPLETA	2- COMPLETADA SIN OBRAS
MANTENIMIENTO				3- FECHA INCOMPLETA		
				N° DE HABITANTES		N° DE FAMILIAS

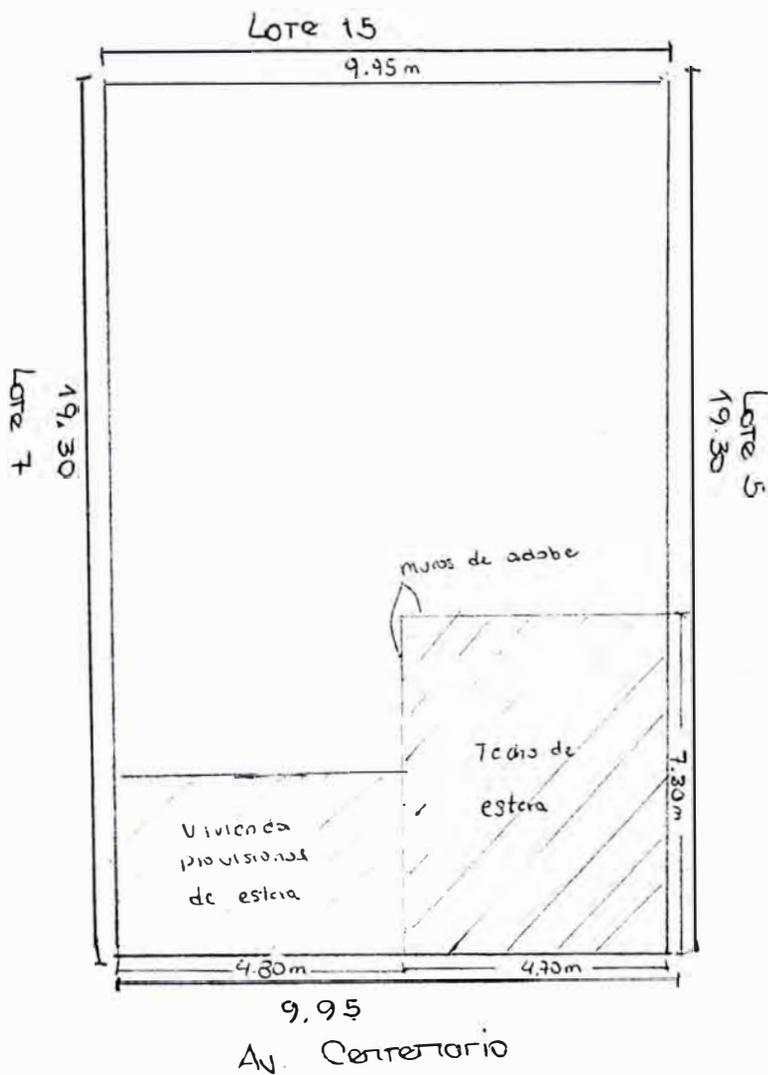
**OBSERVACIONES**

Techo de esteras

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE LOS DATOS CONSIGNADOS EN LA DECLARACIÓN SON VERDADEROS LA FICHA CATASTRAL CERTIFICA LA EXISTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO. ESTA FICHA NO GENERA DERECHOS DE PROPIEDAD, NI REGULAN LAS OBLIGACIONES MUNICIPALES			
FIRMA DEL DECLARANTE	FIRMA DEL SUPERVISOR	FIRMA DEL TÉCNICO CATASTRAL	V°B° DEL VERIFICADOR CATASTRAL
DNI: 72891139	DNI:	DNI: 41427577	DNI:
NOMBRES: Rogelio Aguilar	NOMBRES:	NOMBRES: CARLOS ALBERTO	NOMBRES:
APELLIDOS: Aguilar Aguilar	APELLIDOS:	APELLIDOS: DE LA CRUZ	APELLIDOS:
FECHA: 30/10/2011	FECHA:	FECHA: 30/11/2011	FECHA:

Figura N° A.5 Ficha individual cara posterior

Mz. 6 Lt. 6



## OBSERVACIONES.

- Posee una vivienda provisional de esteras en mal estado.
- El área techada tiene muros de adobe.

Figura N° A.6 Hoja adicional a la ficha

NÚMERO DE FICHA

**FICHA CATASTRAL URBANA INDIVIDUAL**

NÚMERO DE FICHAS POR LOTE

ESCUDO  
 DISTRITAL,  
 PROVINCIAL

CÓDIGO ÚNICO CATASTRAL - CUC		CÓDIGO HOJA CATASTRAL	
CÓDIGO DE REFERENCIA CATASTRAL			
UBICACIÓN	SECTOR	MANZANA	LOTE
15 08 12	01	007006	010101001
CÓDIGO CONTRIBUYENTE DE RENTAS	CÓDIGO PREDIAL DE RENTAS	UBICACIÓN ACUMULADA A CÓDIGO PREDIAL DE RENTAS	

LOGO  
 ENTIDAD  
 EJECUTORA

**UBICACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL**

CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE VÍA	NOMBRE DE VÍA		TIPO DE PUERTA	N° MUNICIPAL	COND. NÚMERO	N° DE CERTIF. DE NUMERACIÓN
	Av.	CENTENARIO		P			
NOMBRE DE LA EDIFICACIÓN		TIPO DE EDIFICACIÓN		TIPO DE INTERIOR	N° INTERIOR		
		02		02			
TIPO DE VÍA	TIPO DE PUERTA	CONDICIÓN DE NUMERACIÓN		TIPO DE EDIFICACIÓN	TIPO DE INTERIOR		
CA CALLE	PRINCIPAL	01 DESARROLLADO POR MUNICIPIO		01 BLOQUE	01 SOCIAL		
AL CALLE	SECUNDARIA	02 AUT. GEN. POR SU TIT. CAT.		02 CASA / CHALET	02 FERIA		
AL PASADIZO	CARAJE	03 GEN. POR EL TIT. CAT.		03 EDIFICIO	03 FERIA		
AL ALBERCA	ESTACIONAMIENTO			04 PABELLÓN	04 FERIA		
CÓDIGO DE HU	NOMBRE DE LA HABILITACIÓN URBANA		ZONA/SECTOR/ETAPA	MANZANA	LOTE	SUB-LOTE	

**IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR CATASTRAL**

TIPO DE TITULAR	ESTADO CIVIL	NOMBRES		APELLIDO PATERNO		APELLIDO MATERNO	
01 PERSONA NATURAL	01 SOLTERO (A)	Lidia		Espinoza		Santiago	
TIPO DOC. IDENTIDAD	N° DOC.	NOMBRES		APELLIDO PATERNO		APELLIDO MATERNO	
02	02903628						
TIPO DE DOC. DE IDENTIDAD	RAZÓN SOCIAL		FECHA DE VENCIMIENTO DE LA IDENTIFICACIÓN				
01 PERSONA JURÍDICA							
COND. ESP.	DEL TITULAR		FECHA DE VENCIMIENTO DE LA IDENTIFICACIÓN				

**DOMICILIO FISCAL DEL TITULAR CATASTRAL**

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	TELÉFONO	ANEXO	FAX	CORREO ELECTRÓNICO
CÓDIGO DE VÍA	TIPO DE VÍA	NOMBRE DE VÍA		N° MUNICIPAL	NOMBRE DE EDIFICACIÓN	N° INTERIOR
CÓDIGO DE HU	NOMBRE DE LA HABILITACIÓN URBANA		ZONA/SECTOR/ETAPA	MANZANA	LOTE	SUB-LOTE

**CARACTERÍSTICAS DE LA TITULARIDAD**

CONDICIÓN DEL TITULAR	FORMA		FECHA DE ADQUISICIÓN	
01 PROPIETARIO ÚNICO	01 COMPRA VENTA	01		
02 SUCCESIÓN TESTADA	02 ANTICIPA LEGÍTIMA	02		
03 POSEEDOR	03 ANTICIPA ACQU. 10 CEB. DERIVACIONES	03		
04 SOCIEDAD CONYUGAL	04 DONACIÓN	04		
05 CO-TITULARIDAD	05 ADQUISICIÓN	05		
06 UTILIDAD	06 FUSIÓN	06		
07 OTROS (especificar)	07 EXPROPIACIÓN	07		
CONDICIÓN ESPECIAL DEL PREDIO (Especificar)	N° DE RESOLUCIÓN DE EXPROPIACIÓN DEL PREDIO		FECHA DE VENCIMIENTO	

**DESCRIPCIÓN DEL PREDIO**

CLASIFICACIÓN DEL PREDIO	PRECIO CATASTRAL EN		CÓDIGO DE USO	
01 CASA HABITACIÓN	01 GALERÍA	01	01	
02 TIENDA - DEPÓSITO - ALMACÉN	02 RECARGO	02	02	
03 PREDIO EN EDIFICIO	03 CAMPO PEBAL	03	03	
04 OTROS (especificar)	04 CENTRO COMERCIAL	04	04	
05 TERRENO SIN CONSTRUCCIÓN	05 QUINTA	05	05	
06 CALLEJÓN	06 CALLEJÓN	06	06	
07 PREDIO INDEPENDIENTE	07 PASADIZO	07	07	
08 PASADIZO	08 PASADIZO	08	08	
09 PASADIZO	09 PASADIZO	09	09	
10 PASADIZO	10 PASADIZO	10	10	
11 PASADIZO	11 PASADIZO	11	11	
12 PASADIZO	12 PASADIZO	12	12	
13 PASADIZO	13 PASADIZO	13	13	
14 PASADIZO	14 PASADIZO	14	14	
15 PASADIZO	15 PASADIZO	15	15	
16 PASADIZO	16 PASADIZO	16	16	
17 PASADIZO	17 PASADIZO	17	17	
18 PASADIZO	18 PASADIZO	18	18	
19 PASADIZO	19 PASADIZO	19	19	
20 PASADIZO	20 PASADIZO	20	20	
21 PASADIZO	21 PASADIZO	21	21	
22 PASADIZO	22 PASADIZO	22	22	
23 PASADIZO	23 PASADIZO	23	23	
24 PASADIZO	24 PASADIZO	24	24	
25 PASADIZO	25 PASADIZO	25	25	
26 PASADIZO	26 PASADIZO	26	26	
27 PASADIZO	27 PASADIZO	27	27	
28 PASADIZO	28 PASADIZO	28	28	
29 PASADIZO	29 PASADIZO	29	29	
30 PASADIZO	30 PASADIZO	30	30	
31 PASADIZO	31 PASADIZO	31	31	
32 PASADIZO	32 PASADIZO	32	32	
33 PASADIZO	33 PASADIZO	33	33	
34 PASADIZO	34 PASADIZO	34	34	
35 PASADIZO	35 PASADIZO	35	35	
36 PASADIZO	36 PASADIZO	36	36	
37 PASADIZO	37 PASADIZO	37	37	
38 PASADIZO	38 PASADIZO	38	38	
39 PASADIZO	39 PASADIZO	39	39	
40 PASADIZO	40 PASADIZO	40	40	
41 PASADIZO	41 PASADIZO	41	41	
42 PASADIZO	42 PASADIZO	42	42	
43 PASADIZO	43 PASADIZO	43	43	
44 PASADIZO	44 PASADIZO	44	44	
45 PASADIZO	45 PASADIZO	45	45	
46 PASADIZO	46 PASADIZO	46	46	
47 PASADIZO	47 PASADIZO	47	47	
48 PASADIZO	48 PASADIZO	48	48	
49 PASADIZO	49 PASADIZO	49	49	
50 PASADIZO	50 PASADIZO	50	50	
51 PASADIZO	51 PASADIZO	51	51	
52 PASADIZO	52 PASADIZO	52	52	
53 PASADIZO	53 PASADIZO	53	53	
54 PASADIZO	54 PASADIZO	54	54	
55 PASADIZO	55 PASADIZO	55	55	
56 PASADIZO	56 PASADIZO	56	56	
57 PASADIZO	57 PASADIZO	57	57	
58 PASADIZO	58 PASADIZO	58	58	
59 PASADIZO	59 PASADIZO	59	59	
60 PASADIZO	60 PASADIZO	60	60	
61 PASADIZO	61 PASADIZO	61	61	
62 PASADIZO	62 PASADIZO	62	62	
63 PASADIZO	63 PASADIZO	63	63	
64 PASADIZO	64 PASADIZO	64	64	
65 PASADIZO	65 PASADIZO	65	65	
66 PASADIZO	66 PASADIZO	66	66	
67 PASADIZO	67 PASADIZO	67	67	
68 PASADIZO	68 PASADIZO	68	68	
69 PASADIZO	69 PASADIZO	69	69	
70 PASADIZO	70 PASADIZO	70	70	
71 PASADIZO	71 PASADIZO	71	71	
72 PASADIZO	72 PASADIZO	72	72	
73 PASADIZO	73 PASADIZO	73	73	
74 PASADIZO	74 PASADIZO	74	74	
75 PASADIZO	75 PASADIZO	75	75	
76 PASADIZO	76 PASADIZO	76	76	
77 PASADIZO	77 PASADIZO	77	77	
78 PASADIZO	78 PASADIZO	78	78	
79 PASADIZO	79 PASADIZO	79	79	
80 PASADIZO	80 PASADIZO	80	80	
81 PASADIZO	81 PASADIZO	81	81	
82 PASADIZO	82 PASADIZO	82	82	
83 PASADIZO	83 PASADIZO	83	83	
84 PASADIZO	84 PASADIZO	84	84	
85 PASADIZO	85 PASADIZO	85	85	
86 PASADIZO	86 PASADIZO	86	86	
87 PASADIZO	87 PASADIZO	87	87	
88 PASADIZO	88 PASADIZO	88	88	
89 PASADIZO	89 PASADIZO	89	89	
90 PASADIZO	90 PASADIZO	90	90	
91 PASADIZO	91 PASADIZO	91	91	
92 PASADIZO	92 PASADIZO	92	92	
93 PASADIZO	93 PASADIZO	93	93	
94 PASADIZO	94 PASADIZO	94	94	
95 PASADIZO	95 PASADIZO	95	95	
96 PASADIZO	96 PASADIZO	96	96	
97 PASADIZO	97 PASADIZO	97	97	
98 PASADIZO	98 PASADIZO	98	98	
99 PASADIZO	99 PASADIZO	99	99	
100 PASADIZO	100 PASADIZO	100	100	

Figura N° A.7 Ficha individual escaneada cara frontal

**SERVICIOS BÁSICOS**

LUZ	1	AGUA	TELEF.	DESAGOE	N° SUM. LUZ	237449	N° CONTRATO DE AGUA	N° TELEFONO
-----	---	------	--------	---------	-------------	--------	---------------------	-------------

**CONSTRUCCIONES**

N° PISO BÓTANO MEZZANINE	FECHA DE CONSTRUCCIÓN		CATEGORÍAS			ESTRUCTURA						ACABADOS				ÁREA CONSTRUIDA (M <sup>2</sup> )		UCA
	MEP	ECS	ECC	MEP	ECS	ECC	TECHOS	PISOS	PAREDES EXTERIORES	REVEST.	BAÑOS	PUERTAS INTERIORES	DECLARADA	VERIFICADA	ÁREA			
		03	04	04												0.00		

**OBRAS COMPLEMENTARIAS / OTRAS INSTALACIONES**

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	FECHA CONST.			DIMENSIONES VERIFICADAS			PRODUCTO TOTAL	UNIDAD DE MEDIDA	UCA
		MEP	ECS	ECC	LARGO	ANCHO	ALTO			

**DOCUMENTOS**

TIPO DE DOCUMENTO	N° DE DOCUMENTO	FECHA			ÁREA AUTORIZADA	TIPO DE DOCUMENTO	N° DE DOCUMENTO	FECHA			ÁREA AUTORIZADA
		DA	MEP	AÑO				DA	MEP	AÑO	

**INSCRIPCIÓN DEL PREDIO CATASTRAL EN EL REGISTRO DE PREDIOS**

TIPO DE PARTIDA REGISTRAL	NÚMERO	FOJAS	ASIENTO	FECHA DE INSCRIPCIÓN DEL PREDIO	DECLARATORIA DE FÁBRICA	AS. INSC. DE FÁBRICA	FECHA DE INSCRIPCIÓN DE FÁBRICA
---------------------------	--------	-------	---------	---------------------------------	-------------------------	----------------------	---------------------------------

**EVALUACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL**

EVALUACIÓN DEL PREDIO CATASTRAL				ÁREA DE TERRENO INVADIDA (M <sup>2</sup> )			
PREDIO CATASTRAL CASO	PREDIO CATASTRAL BORNELLADO	EN LOTE COLIGANTE	EN ÁREA PÚBLICA				
PREDIO CATASTRAL BORNELLADO	PREDIO CATASTRAL CONFORME	EN JARDÍN DE AISLAMIENTO	EN ÁREA INTANQUIBLE				

**INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

CONDICIÓN DE DECLARANTE	SI TITULAR CATASTRAL ES REPRESENTANTE LEGAL	SI ANEXO	SI FAMILIAR	SI VECINO	SI OTRO
IDENTIFICACIÓN DE LOS LITIGANTES				ESTADO DE LLENADO DE LA FICHA	
TO	N° DOCUMENTO	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS LITIGANTES	CÓDIGO DEL CONTRIBUYENTE	SI FICHA COMPLETA	SI FICHA INCOMPLETA
				SI FICHA COMPLETA	SI FICHA INCOMPLETA
MANTENIMIENTO				N° DE HABITANTES	N° DE FAMILIAS

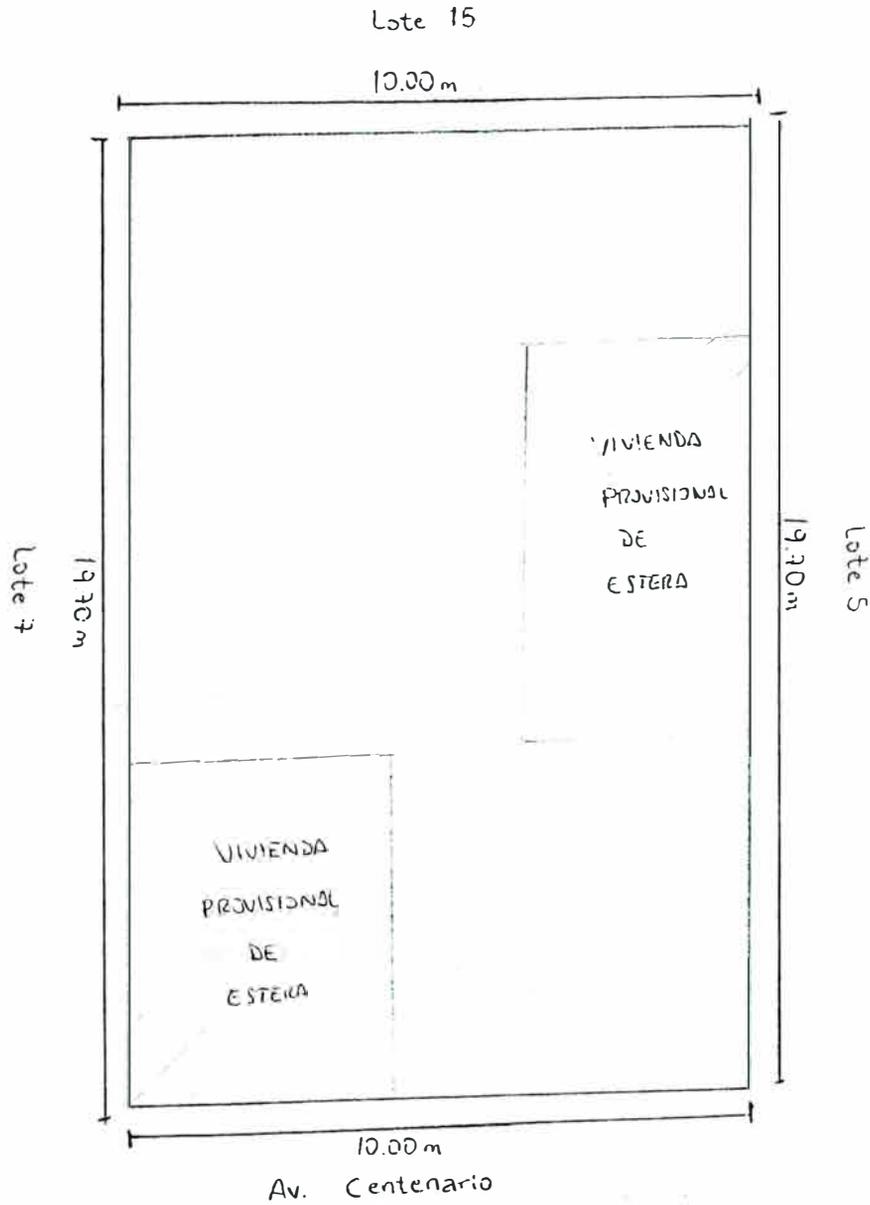
**OBSERVACIONES**

CONDICION PRECARIA

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE LOS DATOS COMPROBADOS EN LA DECLARACIÓN SON VERDADEROS LA FICHA CATASTRAL CERTIFICA LA EXISTENCIA Y CARACTERÍSTICAS DEL PREDIO. ESTA FICHA NO GENERA DERECHOS DE PROPIEDAD, NI REGULAN LAS OBLIGACIONES MUNICIPALES.			
120 FIRMA DEL DECLARANTE	121 FIRMA DEL SUPERVISOR	122 FIRMA DEL TÉCNICO CATASTRAL	123 V°B DEL VERIFICADOR CATASTRAL
DNI: 80290962	DNI:	DNI: 47427571	DNI:
NOMBRES: Lidia	NOMBRES:	NOMBRES: CARLOS ALBERTO	NOMBRES:
APELLIDOS: ESPINOZA SANTOYO	APELLIDOS:	APELLIDOS: DE LA CRUZ LAZARO	APELLIDOS:
FECHA: 30/10/2011	FECHA:	FECHA: 30/10/2011	FECHA:

Figura N° A.8 Ficha individual cara posterior

Mz. 7 Lt. 6



OBSERVACIONES

La vivienda está cercada con esteras.

Figura Nº A.9 Hoja adicional a la ficha

# ANEXO B

## la fórmula de regresión multilineal

lineal, sea

$r(x) = b - Ax$ , el error de aproximación con  $x$  y

$r(y) = b - Ay = b - Ax + Ax - Ay$  el error de aproximación con  $y$

Luego  $r(y) = r(x) + A(x - y)$ , multiplicando por su traspuesta:

$$r^t(y) r(y) = (r^t(x) + (x^t - y^t)A^t) \cdot (r(x) + A(x - y))$$

$$\|r(y)\|_2^2 = \|r(x)\|_2^2 + 2(x - y)^t A^t r(x) + \|A(x - y)\|_2^2$$

Considerar 2 casos, el primero:

Si  $A^t r(x) = 0$  entonces:

$$\|r(y)\|_2^2 = \|r(x)\|_2^2 + \|A(x - y)\|_2^2 \geq \|r(x)\|_2^2$$

$$\|r(y)\|_2^2 \geq \|r(x)\|_2^2$$

Luego  $r(x)$  es un mínimo de  $A^t r(x) = A^t(b - Ax) = 0$

$$A^t b - A^t A x = 0$$

$$A^t A x = A^t b$$

El segundo caso si:

$A^t r(x) \neq 0$  entonces  $y = x + cz$  donde  $c$  es un escalar

Sea  $A^t r(x) = z$

$$r(y) = b - Ay = b - A(x + cz) = b - Ax - cAz$$

$r(y) = r(x) - cAz$ , multiplicando por su traspuesta

$$r^t(y) r(y) = (r^t(x) - cz^t A^t)(r(x) - cAz)$$

$$\|r(y)\|_2^2 = \|r(x)\|_2^2 - c r^t(x) A z - c z^t A^t r(x) + c^2 \|A z\|_2^2$$

$$= \|r(x)\|_2^2 + c^2 \|A z\|_2^2 - 2c r^t(x) A z$$

$$\|r(y)\|_2^2 = \|r(x)\|_2^2 + c (\|A z\|_2^2 c - 2\|z\|_2^2)$$

Escoger  $c > 0$  tal que  $2\|z\|_2^2 > \|A z\|_2^2 c$

Entonces  $\|r(x)\|_2^2 > \|r(y)\|_2^2$ , luego  $r(x)$  ya no es mínimo.

# ANEXO C

## I programa

# ANEXO D

## **Anexo D: Descripción de los comandos del programa en Matlab**

**load.-** Es el comando que carga los datos de un archivo en el espacio de trabajo; en el presente informe carga las matrices "x" y "t".

**view.-** Es un comando que permite ver los datos de las matrices de ingreso y ver los resultados en la ventana de comandos.

**net.-** Es un comando que crea una red.

**fit.-** Es un comando de ajuste de curvas.

**fitnet.-** Es una función del Matlab que es una red neuronal apropiada para ajuste de curvas, la cual nos ayudará a predecir el costo del autovalúo sin importar la cantidad de datos.

**train.-** Es una función que enseña o entrena una red. En el presente informe ayuda a entrenar una red de 33 datos reales obtenidos de la municipalidad y el trabajo de catastro.

# ANEXO E

**para predecir el costo de “n” lotes**

# ANEXO F

**Anexo F: Datos de 136 lotes con precios de autovalúo por predecir**

**Cuadro N° F.1 Lotes que cuentan con las 8 variables para predecir el autovalúo**

	MZ	Lote	Área Verificada (m2)	Área Construida (m2)	Luz	Material Predominante	Estado Conservación	Estado Construcción	Uso	Número de Pisos
1	006	005	200.00	45.00	1	03	04	03	10	1
2	006	007	200.00	30.45	1	03	03	03	10	1
3	006	010	200.00	81.00	1	02	03	03	8	1
4	006	012	200.00	60.00	1	03	04	04	10	1
5	006	014	200.00	24.00	1	02	04	03	10	1
6	006	015	206.65	76.00	1	02	03	03	10	1
7	006	017	199.00	54.60	1	03	03	03	10	1
8	006	018	201.70	114.45	2	03	03	03	10	1
9	007	005	200.00	62.55	1	03	03	03	10	1
10	007	007	200.00	56.00	1	03	04	04	10	1
11	007	010	210.00	80.00	1	03	03	03	10	1
12	007	013	202.00	20.25	1	03	03	03	10	1
13	007	014	199.00	36.90	1	03	03	04	10	1
14	007	016	200.00	40.05	1	03	03	03	10	1
15	007	019	181.60	72.19	1	02	03	03	8	1
16	007	020	194.00	33.90	1	02	03	03	10	0
17	008	001	182.16	55.20	1	02	03	03	10	1
18	008	003	203.00	50.75	1	03	04	04	10	1
19	008	004	200.00	46.50	1	03	03	03	10	1
20	008	006	198.00	61.42	2	03	03	03	10	1
21	008	007	206.60	40.68	1	03	04	03	10	1
22	008	008	200.00	68.06	2	03	04	03	10	1
23	008	009	234.90	21.00	1	03	04	04	10	1
24	008	012	207.90	87.39	1	02	03	03	8	1
25	008	017	195.44	116.15	1	03	02	03	10	1
26	008	018	186.23	42.90	1	03	03	03	10	1
27	008	019	205.45	76.87	1	02	03	03	10	1
28	009	003	200.00	34.96	1	03	03	03	10	1
29	009	004	193.21	89.67	1	02	03	03	10	1
30	009	005	202.00	80.80	1	03	03	03	1	1
31	009	006	271.15	25.80	1	03	04	04	10	1
32	009	008	208.51	90.00	1	03	03	04	10	1
33	009	009	199.00	42.00	1	03	03	04	10	1
34	014	001	202.08	63.50	1	03	04	03	10	1
35	014	006	215.14	80.00	1	03	03	03	10	1

			85.12	1	03	03	03	10	1
			120.00	1	03	04	03	10	1
014	0	230.00	80.50	1	02	03	03	10	1
014	2	200.99	83.60	1	02	03	03	10	1
015	003	198.50	57.46	1	03	03	03	10	1
015	005	197.40	98.70	1	03	04	03	10	1
015	012	220.50	46.20	1	02	03	02	10	2
015	017	200.00	150.00	1	03	03	03	10	1
015	018	194.60	145.95	1	03	03	03	10	1
015	019	196.01	83.07	1	02	03	03	10	1
015	020	210.00	94.50	1	03	03	02	10	1
016	002	199.40	69.80	1	02	03	03	10	1
016	005	195.00	91.65	1	02	03	03	10	1
016	006	195.00	63.98	1	02	03	03	10	1
016	007	204.00	68.25	1	03	04	04	10	1
016	008	204.00	71.54	1	02	03	03	10	1
016	009	197.60	80.82	1	03	03	03	10	1
016	010	200.40	81.76	1	03	03	03	10	1
016	011	200.60	41.00	1	03	03	03	10	1
016	015	200.40	75.65	1	02	03	03	10	1
016	019	215.00	0.00	2	03	04	04	10	1
017	001	209.00	111.00	1	03	04	04	10	1
017	004	201.50	64.00	1	03	03	03	10	1
017	006	200.50	71.40	1	02	03	03	10	1
017	007	202.00	38.50	1	03	04	04	10	1
017	010	200.	12.80	1	02	03	03	10	1
017	011	194.00	74.20	1	02	03	03	10	1
017	012	218.38	20.00	1	03	04	04	10	0
017	013	197.50	49.30	1	02	03	03	10	1
017	014	200.00	12.90	1	03	04	04	10	1
017	016	200.00	21.00	1	03	04	04	10	1
017	017	200.00	31.80	1	03	04	04	10	1
017	018	206.91	61.62	1	03	04	03	10	1
017	019	254.50	92.40	1	02	04	04	10	1
017	020	198.40	15.25	1	03	04	04	10	1

	MZ	Lote	Área Verificada (m2)	Área Construida (m2)	Luz	Material Predominante	Estado Conservación	Estado Construcción	Uso	Número de Pisos
71	027	001	214.76	43.68	1	03	04	03	10	1
72	027	002	192.20	65.20	1	03	04	04	10	1
73	027	003	202.20	69.28	1	03	04	04	10	1
74	027	011	209.10	72.00	1	03	04	04	10	1
75	027	019	218.36	91.37	1	03	04	03	10	1
76	029	009	206.00	42.64	1	02	03	02	10	2
77	029	010	201.20	40.07	1	02	03	03	10	1
78	030	001	200.00	92.00	1	02	04	03	10	1
79	030	002	200.00	112.00	1	03	04	04	10	1
80	030	004	197.00	45.00	1	03	04	03	10	1
81	030	005	377.98	50.45	1	03	03	03	10	1
82	030	006	194.09	44.88	1	03	04	04	10	1
83	030	007	197.08	71.11	1	03	04	04	10	1
84	030	008	195.00	16.85	1	03	04	04	10	1
85	030	010	203.70	32.40	2	03	04	03	10	1
86	030	011	210.00	72.00	2	03	04	04	10	1
87	030	012	211.34	34.16	1	03	04	03	10	1
88	090	007	241.68	59.00	1	03	03	03	10	1
89	090	008	234.84	61.10	1	03	03	03	10	1
90	090	009	232.97	88.20	1	03	03	03	10	1
91	090	010	223.38	23.20	1	03	04	03	10	1
92	091	001	377.20	84.70	1	03	03	03	11	1
93	091	004	384.32	119.00	1	03	03	03	10	1
94	091	005	377.72	267.00	1	02	02	02	10	1
95	091	007	408.31	173.58	1	03	03	03	8	1
96	091	009	361.17	49.00	1	03	04	03	10	1
97	091	010	353.75	138.00	1	03	03	03	10	1
98	091	013	409.50	36.00	1	03	04	03	10	1
99	092	001	247.59	122.83	1	03	03	03	10	1
100	092	002	227.28	5376	1	03	03	03	10	1
101	092	003	222.75	24.00	1	03	04	04	10	1
102	092	004	226.50	80.84	1	03	03	03	10	1
103	092	005	229.16	58.70	1	03	03	03	10	1
104	092	006	225.24	47.68	1	03	03	03	8	1
105	092	007	226.50	31.40	1	03	04	03	10	1

	MZ	Lote	Área Verificada (m <sup>2</sup> )	Área Construida (m <sup>2</sup> )	Luz	Material Predominante	Estado Conservación	Estado Construcción	Uso	Número de Pisos
106	092	009	235.31	98.40	1	03	03	03	10	1
107	093	001	378.48	118.56	1	03	03	03	10	1
108	093	002	365.81	124.08	1	03	03	03	10	1
109	093	003	381.96	87.74	1	03	03	03	10	1
110	093	012	474.25	36.40	1	03	03	03	10	1
111	093	013	382.12	52.56	2	03	04	04	10	1
112	093	014	391.95	122.20	1	03	03	03	10	1
113	094	002	228.00	38.40	1	03	03	03	10	1
114	094	003	228.75	35.28	1	03	03	03	10	1
115	094	004	226.20	56.56	1	03	03	03	10	1
116	094	005	225.68	66.77	1	03	03	03	10	1
117	094	007	223.61	115.2	1	02	03	03	10	1
118	094	008	225.05	190.86	1	03	03	03	10	1
119	094	009	229.22	73.98	1	03	02	03	10	1
120	094	010	228.00	33.15	1	03	04	03	10	1
121	094	011	226.05	66.84	1	03	03	03	10	1
122	095	001	360.94	111.51	1	03	03	03	10	1
123	095	002	379.25	75.85	1	03	03	03	10	1
124	095	004	390.73	90.09	1	03	03	03	10	1
125	095	005	346.38	80.00	1	03	03	03	10	1
126	095	006	374.75	86.00	1	03	03	03	10	1
127	095	009	374.00	119.68	2	03	04	03	10	1
128	095	011	374.60	80.00	2	03	04	04	10	1
129	095	013	369.30	133.50	2	03	04	03	10	1
130	096	001	260.00	80.20	1	03	03	03	10	1
131	096	002	246.40	27.40	1	03	03	03	10	1
132	096	003	227.25	69.60	1	03	03	03	10	1
133	096	005	228.76	38.25	1	03	03	03	10	1
134	096	006	226.50	120.00	1	03	03	03	10	1
135	097	002	318.50	45.26	1	03	04	03	10	1
136	097	004	402.62	78.80	1	03	04	04	10	1

# ANEXO G

**Anexo G: Autovalúo de 136 lotes estimados por la red neuronal**

**Cuadro N° G.1** Predicción del costo de autovalúo de los predios

	<b>MZ</b>	<b>Lote</b>	<b>Costo estimado del autovalúo</b>
1	006	005	20.11
2	006	007	20.38
3	006	010	46.56
4	006	012	21.51
5	006	014	14.46
6	006	015	18.45
7	006	017	20.26
8	006	018	23.30
9	007	005	20.17
10	007	007	21.51
11	007	010	19.66
12	007	013	20.38
13	007	014	22.63
14	007	016	20.34
15	007	019	52.29
16	007	020	27.80
17	008	001	24.06
18	008	003	21.50
19	008	004	20.30
20	008	006	21.81
21	008	007	20.09
22	008	008	19.39
23	008	009	21.41
24	008	012	44.32
25	008	017	23.10
26	008	018	20.52
27	008	019	18.72
28	009	003	20.36
29	009	004	21.59
30	009	005	70.47
31	009	006	21.16
32	009	008	22.82
33	009	009	22.68
34	014	001	19.95
35	014	006	19.49

	<b>MZ</b>	<b>Lote</b>	<b>Costo estimado del autovalúo</b>
36	014	008	19.77
37	014	009	18.93
38	014	010	12.28
39	014	012	19.64
40	015	003	20.25
41	015	005	19.51
42	015	012	13.29
43	015	017	18.03
44	015	018	18.53
45	015	019	20.95
46	015	020	12.95
47	016	002	20.35
48	016	005	21.06
49	016	006	21.42
50	016	007	21.47
51	016	008	19.24
52	016	009	20.01
53	016	010	19.92
54	016	011	20.33
55	016	015	20.00
56	016	019	20.68
57	017	001	21.23
58	017	004	20.12
59	017	006	20.07
60	017	007	21.51
61	017	010	20.50
62	017	011	21.57
63	017	012	19.09
64	017	013	20.98
65	017	014	21.49
66	017	016	21.50
67	017	017	21.52
68	017	018	19.91
69	017	019	17.00
70	017	020	21.50

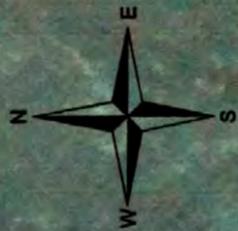
	<b>MZ</b>	<b>Lote</b>	<b>Costo estimado del autovalúo</b>
71	027	001	20.00
72	027	002	21.54
73	027	003	21.48
74	027	011	21.42
75	027	019	19.14
76	029	009	13.30
77	029	010	20.35
78	030	001	10.18
79	030	002	21.34
80	030	004	20.12
81	030	005	20.59
82	030	006	21.54
83	030	007	21.51
84	030	008	21.50
85	030	010	18.85
86	030	011	21.80
87	030	012	20.10
88	090	007	19.09
89	090	008	19.27
90	090	009	18.60
91	090	010	20.08
92	091	001	13.44
93	091	004	23.45
94	091	005	15.83
95	091	007	42.44
96	091	009	18.25
97	091	010	14.91
98	091	013	28.59
99	092	001	16.20
100	092	002	138.12
101	092	003	21.45
102	092	004	19.07
103	092	005	19.49
104	092	006	20.87
105	092	007	19.99

	<b>MZ</b>	<b>Lote</b>	<b>Costo estimado del autovalúo</b>
106	092	009	18.13
107	093	001	21.60
108	093	002	17.98
109	093	003	22.13
110	093	012	43.59
111	093	013	21.83
112	093	014	25.93
113	094	002	19.84
114	094	003	19.87
115	094	004	19.61
116	094	005	19.43
117	094	007	11.04
118	094	008	13.08
119	094	009	20.37
120	094	010	19.96
121	094	011	19.42
122	095	001	16.86
123	095	002	21.19
124	095	004	24.89
125	095	005	15.65
126	095	006	20.14
127	095	009	21.26
128	095	011	21.85
129	095	013	21.21
130	096	001	17.65
131	096	002	19.58
132	096	003	19.32
133	096	005	19.83
134	096	006	17.71
135	097	002	17.48
136	097	004	21.11

# **ANEXO H**

210300 210400 210500 210600 210700 210800

8788100 8788000 8787900 8787800 8787700



210300 210400 210500 210600 210700 210800

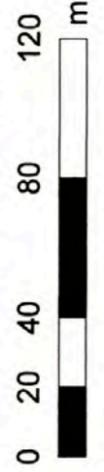
DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA HOJA CATASTRAL

22h242254	22h243351	22h243352
22h252114	C. P. de Santa Cruz 	22h253412
22h252124	Distrito de Végueta	22h253422

NC (NORTE CUADRÍCULA)



ESCALA 1:1,000



EQUIDISTANTE DE CURVAS DE NIVEL DE CADA 5 METROS  
 PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR  
 DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984  
 DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR  
 SISTEMA DE CUADRICULADO: UTM CADA 100 METROS, ZONA 18S  
 FUENTE DE INFORMACIÓN: IMAGEN SATELITAL  
 MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ORTOIMAGEN  
 FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2012

Leyenda	
Material Estructural Predominante	
Sin registro	
Adobe	
Bloques de concreto	
Estera	
Ladrillo	
Triplay	
Vacio	

Muro	Cantidad
Sin registro	2
Adobe	163
Bloques de concreto	1
Estera	37
Ladrillo	84
Triplay	4
Vacio	9

EXPEDIENTE TÉCNICO DEL CATASTRO EN EL CENTRO POBLADO "SANTA CRUZ"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA

PROYECTO: CATASTRO URBANO DE SANTA CRUZ

PLANO TEMÁTICO DE MATERIAL ESTRUCTURAL PREDOMINANTE

LOCALIDAD: SANTA CRUZ  
 DISTRITO: VEGUETA  
 ESCALA: 1:1000  
 FECHA: ENE. 2012  
 PROFESIONAL: HUANURA  
 REGIÓN: LIMA  
 GRUPO Nº 014

T-01

210300 210400 210500 210600 210700 210800

8788100 8788000 8787900 8787800 8787700

8788100 8788000 8787900 8787800 8787700



210300 210400 210500 210600 210700 210800

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA HOJA CATASTRAL

22h242254	22h243351	22h243352
22h252114	C. P. de Santa Cruz 	22h253412
22h252124	22h253421	22h253422
		Distrito de Végueta

NC (NORTE CUADRICULA)

NG

NORTE GEOGRÁFICO

NORTE MAGNÉTICO

ESCALA 1:1,000



EQUIDISTANTE DE CURVAS DE NIVEL DE CADA 5 METROS

PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR

DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984

DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR

SISTEMA DE CUADRICULADO: UTM CADA 100 METROS. ZONA 18S

FUENTE DE INFORMACIÓN: IMAGEN SATELITAL

METODO DE LEVANTAMIENTO: ORTOIMAGEN

FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2012

**Leyenda**

Estado de Conservación	
	Sin registro
	Buena
	Regular
	Mala

EstadoCons	Cantidad
Sin registro	23
Buena	8
Regular	164
Mala	105

EXPEDIENTE TÉCNICO DEL CATASTRO EN EL CENTRO POBLADO "SANTA CRUZ"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA

CATASTRO URBANO DE SANTA CRUZ

PLANO TEMÁTICO DE ESTADO DE CONSERVACIÓN

LOCALIDAD: SANTA CRUZ

REGION: HUANURA

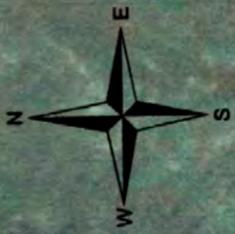
PROVINCIA: VEGUETA

ESCALA: 1:1000

FECHA: ENE. 2012

GRUPO Nº 014

T-02



ESCALA 1:1,000



EQUIDISTANTE DE CURVAS DE NIVEL DE CADA 5 METROS  
 PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR  
 DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984  
 DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR  
 SISTEMA DE CUADRICULADO: UTM CADA 100 METROS. ZONA 18S  
 FUENTE DE INFORMACIÓN: IMAGEN SATELITAL  
 MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ORTOFOTOGRAFÍA  
 FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2012

NC (NORTE CUADRICULAR)

NM

NORTE GEOMAGNÉTICO

210300 210400 210500 210600 210700 210800  
 8787700 8787800 8787900 8788000 8788100

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA HOJA CATASTRAL

22h242254	22h243351	22h243352
22h252114	C. P. de Santa Cruz 	22h253412
22h252124	22h253421	22h253422
	Distrito de Végueta	

**Leyenda**

Estado de Construcción	Color
Sin registro	White
Terminado	Red
En construcción	Brown
Inconcluso	Green
En ruinas	Yellow

EstaConst	Cantidad
Sin registro	23
Terminado	1
En construcción	11
Inconcluso	194
En ruinas	71

EXPEDIENTE TÉCNICO DEL CATASTRO EN EL CENTRO POBLADO "SANTA CRUZ"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA

CATASTRO URBANO DE SANTA CRUZ

PLANO TEMÁTICO DE ESTADO DE CONSTRUCCIÓN

LOCALIDAD: SANTA CRUZ  
 DISTRITO: VEGUETA  
 PROFESIONAL: HUALURA  
 LIMA

T-03

GRUPO N° 014  
 ENE. 2012  
 1:1000

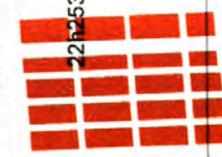
210300 210400 210500 210600 210700 210800

8788100 8788000 8787900 8787800 8787700



210300 210400 210500 210600 210700 210800

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA HOJA CATASTRAL

22h242254	22h243351	22h243352
22h252114	C. P. de Santa Cruz 	22h253412
22h252124	Distrito de Végueta	22h253422

NC (NORTE CUADRÍCULA)

NM

NORTE MAGNÉTICO

NG

NORTE GEOGRÁFICO

ESCALA 1:1,000



EQUIDISTANTE DE CURVAS DE NIVEL DE CADA 5 METROS

PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR

DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984  
DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR

SISTEMA DE CUADRICULADO: UTM CADA 100 METROS. ZONA 18S

FUENTE DE INFORMACION: IMAGEN SATELITAL  
MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ORTOIMAGEN  
FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2012

**Leyenda**

Número de Pisos	Color
0	White
1	Yellow
2	Orange

NumPisos	Cantidad
0	12
1	284
2	4

EXPEDIENTE TÉCNICO DEL CATASTRO EN EL CENTRO POBLADO "SANTA CRUZ"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA

CATASTRO URBANO DE SANTA CRUZ

PLANO TEMÁTICO DE NÚMERO DE PISOS

LOCALIDAD: SANTA CRUZ | PROVINCIA: HUÁNUCO | REGION: LIMA

ESCALA: 1:1000 | FECHA: ENE. 2012 | GRUPO N° 014

T-04

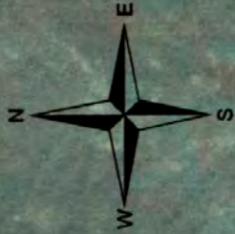
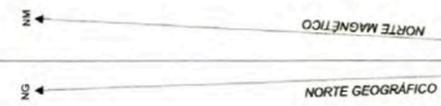


DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA HOJA CATASTRAL

22h242254	22h243351	22h243352
22h252114	C. P. de Santa Cruz 	22h253412
22h252124	Distrito de Végueta	22h253422

NC (NORTE CUADRICULA)



ESCALA 1:1,000



EQUIDISTANTE DE CURVAS DE NIVEL DE CADA 5 METROS

PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR  
 DATUM HORIZONTAL SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984  
 DATUM VERTICAL NIVEL MEDIO DEL MAR  
 SISTEMA DE CUADRICULADO: UTM CADA 100 METROS, ZONA 18S  
 FUENTE DE INFORMACIÓN: IMAGEN SATELITAL  
 MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ORTOIMAGEN  
 FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2012

Uso	Cantidades
Area deportiva	2
Botica	1
Deposito	1
Empresa	1
Iglesia	1
Restaurante	1
Terreno cercado	1
Terreno vacio	9
Tienda	9
Uso comunal	1
Vivienda	270
Wawa wasi	1

EXPEDIENTE TÉCNICO DEL CATASTRO EN EL CENTRO POBLADO "SANTA CRUZ"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA

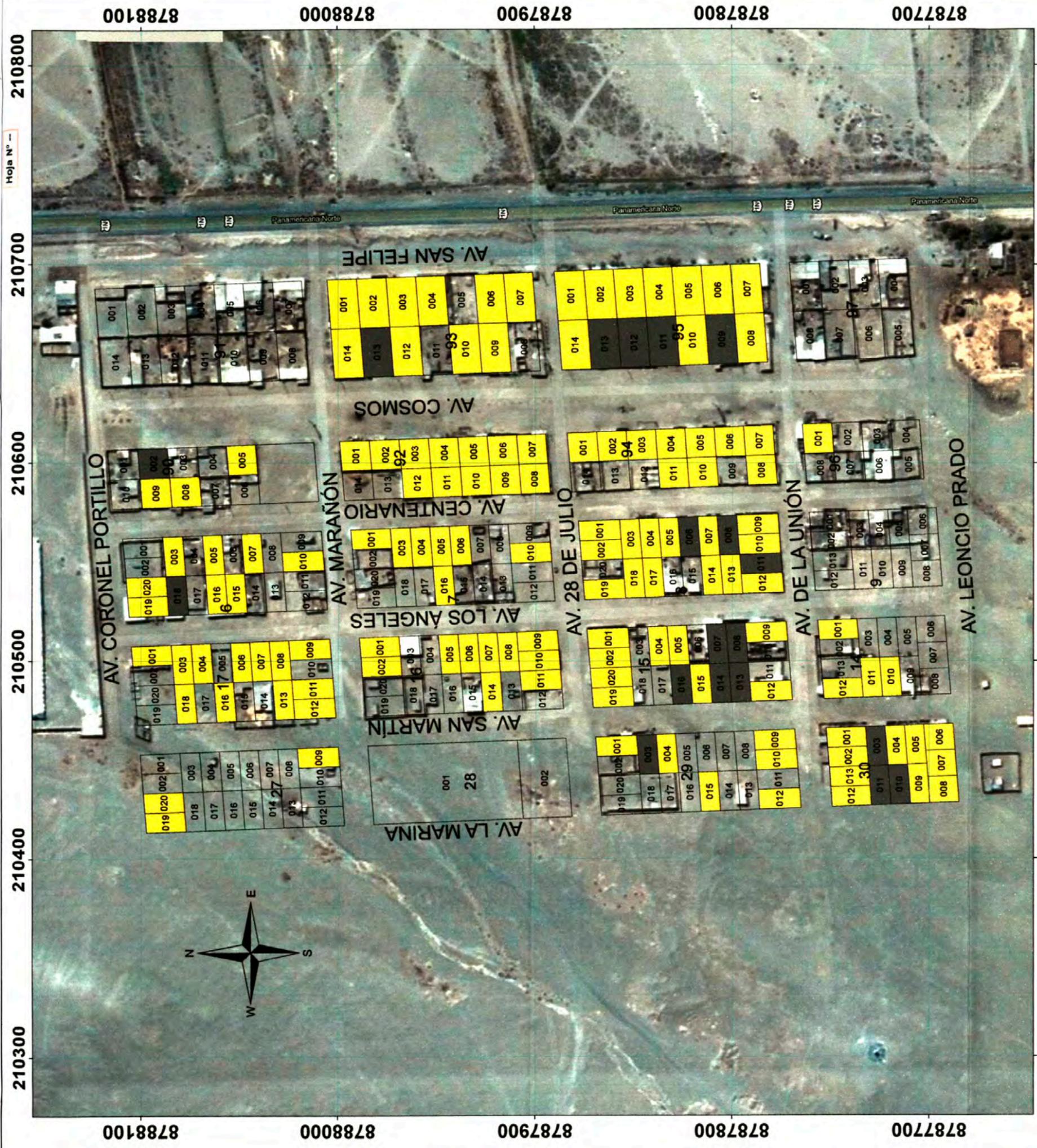
CATASTRO URBANO DE SANTA CRUZ

PLANO TEMÁTICO DE TIPO DE USO

LOCALIDAD: SANTA CRUZ, DISTRITO: VEGUETA, PROVINCIA: HUALBA, REGION: LIMA

FECHA: ENE. 2012, ESCALA: 1:1000, GRUPO N° 014

T-05



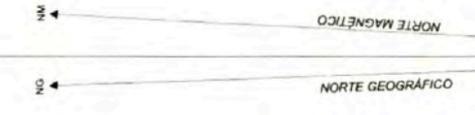
210300 210400 210500 210600 210700 210800

8788100 8788000 8787900 8787800 8787700

DIAGRAMA DE UBICACIÓN DE LA HOJA CATASTRAL

22h242254	22h243351	22h243352
22h252114	C. P. de Santa Cruz 	22h253412
22h252124	Distrito de Végueta	22h253422

NC (NORTE CUADRÍCULA)



ESCALA 1:1,000



EQUIDISTANTE DE CURVAS DE NIVEL DE CADA 5 METROS  
 PROYECCIÓN: TRANSVERSAL MERCATOR  
 DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODÉSICO MUNDIAL DE 1984  
 DATUM VERTICAL: NIVEL MEDIO DEL MAR  
 SISTEMA DE CUADRICULADO: UTM CADA 100 METROS, ZONA 18S  
 FUENTE DE INFORMACIÓN: IMAGEN SATELITAL  
 MÉTODO DE LEVANTAMIENTO: ORTOIMAGEN  
 FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 2012

**Leyenda**

Sin registro	
Tiene Luz	
No tiene Luz	

Servicio Luz	Cantidades
Sin registro	152
Tiene Luz	129
No tiene Luz	19

EXPEDIENTE TÉCNICO DEL CATASTRO URBANO EN EL CENTRO POBLADO "SANTA CRUZ"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE VEGUETA

CATASTRO URBANO DE SANTA CRUZ

PLANO TEMÁTICO DE SERVICIO DE LUZ

PROYECTO: T-06

LOCALIDAD: SANTA CRUZ  
 MUNICIPIO: VEGUETA  
 REGION: HUAYURA  
 DEPARTAMENTO: LIMA

ENE 2012 GRUPO N° 014