



PERÚ

Ministerio  
de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

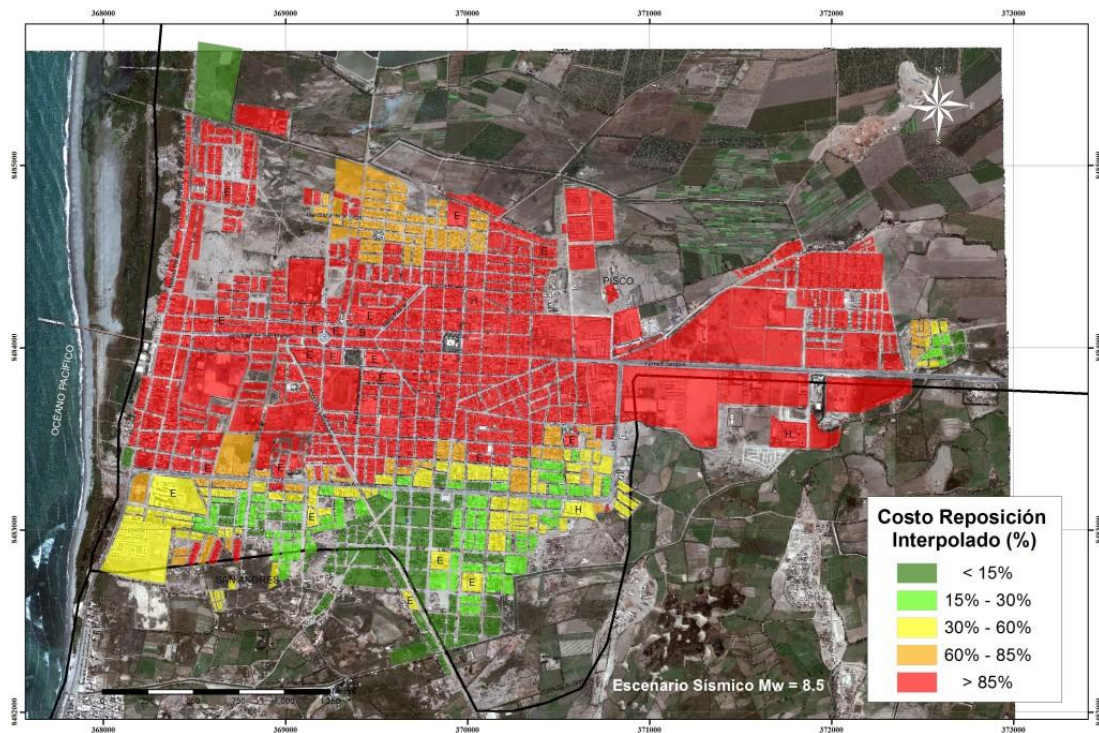
Viceministerio de  
Vivienda y Urbanismo

Programa de Gestión  
Territorial

**CONVENIO ESPECÍFICO DE COOPERACIÓN INTERINSTITUCIONAL  
ENTRE EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y  
SANEAMIENTO Y LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**“ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA EL ÁMBITO PISCO,  
SAN CLEMENTE, TÚPAC AMARU SAN ANDRÉS Y PARACAS”**

**PRODUCTO 3**



**LIMA – MARZO, 2012**



**ESTUDIO DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA PARA EL ÁMBITO PISCO, SAN CLEMENTE,  
TÚPAC AMARU, SAN ANDRÉS Y PARACAS**

**PRODUCTO N°. 3: ESTUDIOS DE MICROZONIFICACIÓN SÍSMICA ESPECÍFICOS EN LOS  
ÁMBITOS DE PISCO, SAN CLEMENTE, TÚPAC AMARU, SAN ANDRÉS Y PARACAS Y  
COMPLEMENTO DEL ESTUDIO DE VULNERABILIDAD FÍSICA FRENTE A AMENAZA  
SÍSMICA COMPENDIO**

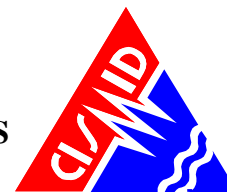
**1 ANTECEDENTES**

Con fecha 23 de febrero de 2010, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y la Universidad Nacional de Ingeniería, suscribieron un Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional con la finalidad de promover acciones de mutua colaboración en lo referido a brindarse cooperación técnica en materia de estudios, elaboración, supervisión, ejecución y evaluación de proyectos y obras de ingeniería y arquitectura, así como la prestación de servicios compatibles con la finalidad de ambas entidades.

En fecha 15 de abril de 2010, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y la Universidad Nacional de Ingeniería, suscribieron un Convenio Específico, cuya finalidad fue prestar apoyo para la realización del Estudio de Microzonificación Sísmica y de Vulnerabilidad para la ciudad de Lima, cuyo objetivo fue analizar el riesgo de la ciudad de Lima y Callao, con énfasis en seis distritos representativos de la zona urbana: San Juan de Lurigancho, Villa El Salvador, Puente Piedra, Chorrillos, La Molina y Comas. Este estudio fue ejecutado por el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) que dio como resultado una valiosa información referente al cálculo del costo de reparación y reposición de viviendas e infraestructura de saneamiento.

En fecha 22 de Julio de 2011, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y la Universidad Nacional de Ingeniería, suscribieron un Convenio Específico, cuya finalidad es fue el Estudio de Estimación de Costos de Reparación y Reposición de Vivienda e Infraestructura de Saneamiento frente a un evento sísmico severo en algunas ciudades del País. En este estudio se obtuvo como resultado una herramienta para el computo de Costos de Reparación y Reposición de Vivienda e Infraestructura de Saneamiento, para ser utilizado en ciudades intermedias, cuya diagnostico es dependiente de la calidad de información suministrada al modelo.

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, a través del Programa de Gestión Territorial (PGT) del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo, se encarga de la gestión de riesgo de desastres en zonas urbanas, a través del diseño de un sistema de gestión integral de riesgo de desastres naturales que comprenda las acciones de prevención y mitigación. Actualmente tiene una gran preocupación, debido a que según estudios realizados por distintas instituciones nacionales e internacionales, el principal riesgo que enfrenta el país es el sísmico. El escenario catastrófico prominente para el país sería un eventual sismo que afectara ciudades ubicadas sobre el Pacífico. Además del impacto



sobre la población, tanto la infraestructura de servicios públicos como las viviendas serían los sectores más afectados y que generarían las mayores pérdidas económicas demandando sustanciales recursos financieros para la posterior rehabilitación y reconstrucción.

En fecha 19 de Diciembre de 2011, el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y la Universidad Nacional de Ingeniería, suscribieron un Convenio Específico, con la finalidad de iniciar el desarrollo de información, en aquellas zonas que han sufrido mayor afectación como consecuencia de los sismos del 15 de agosto de 2007. En ese sentido, se ha previsto realizar el “Estudio de Microzonificación Sísmica para el ámbito Pisco, San Clemente, Túpac Amaru, San Andrés y Paracas”

El presente informe presenta los estudios de microzonificación sísmica específicos en los ámbitos de Pisco, San Clemente, Túpac Amaru, San Andrés y Paracas y complemento del estudio de vulnerabilidad física frente a amenaza sísmica.

## **2 OBJETIVO PRINCIPAL**

El objetivo principal de la consultoría es el desarrollo de la microzonificación sísmica en ámbitos de Pisco, San Clemente, Túpac Amaru, San Andrés y Paracas, dándose especial énfasis en zonas consideradas para la expansión de las ciudades.

## **3 OBJETIVOS COMPLEMENTARIOS**

- Desarrollar el estudio de microzonificación basado en el Peligro Sísmico, la Geotecnia y la Dinámica de los Suelos en las ciudades ámbito del estudio.
- Realizar el diagnóstico de los peligros (hidrológicos, tsunamis, licuación de suelos) existentes para el ámbito de estudio y representar en mapa de peligros.
- Realizar un diagnóstico del estado de los drenajes de las zonas próximas a las costa, donde existe evidencia que los drenajes de la napa freática se hayan colmatado u obstruido.
- Determinar el grado de vulnerabilidad en áreas de ocupación urbana, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros. Análisis del riesgo sísmico en las ciudades involucradas en el estudio.
- Estudio de zonas de relleno de escombros (desmonte de demoliciones) y ubicación de botaderos (de construcción y residuos sólidos domésticos),
- Expediente técnico de módulos de viviendas con características técnicas que vayan de acuerdo al tipo de suelo sobre el cual se construirían.
- Análisis de riesgo de tsunami para las costas del ámbito de estudio.

#### 4 VULNERABILIDAD FISICA DE LAS EDIFICACIONES EN EL AREA DE ESTUDIO

Después de ocurrido el sismo del 15 de Agosto del 2007, los investigadores del CISMID se desplazaron a los diversos sectores de Pisco, identificando el daño generado por el sismo. Aquí fue posible determinar que existieron problemas de gestión en la Provincia de Pisco, ya que existió un reporte preliminar de la microzonificación en la zona monumental de Pisco, que indica lo vulnerable que eran sus estructuras, en especial aquellas construidas con adobe o aquellas autogeneradas o autoconstruidas. Habiendo transcurrido 5 años de aquel desastre es sumamente ilustrativo levantar aquellas zonas que han sido reconstruidas y otras que permanecen en el abandono, pues nos enseñan la existencia de intervención o no de parte de los tomadores de decisión sobre Pisco. A continuación mostraremos la inspección muestra que se ha tomado en las áreas involucradas en el presente estudio, a fin de dar una opinión actual del estado de las edificaciones.

##### 4.1 Distrito de San Andrés

Para el levantamiento de la información de campo en el distrito de San Andrés la sectorización se realizó mediante una cuadrícula de 750 m de lado. La toma de datos que se llevó a cabo fue realizada sobre una muestra del total de la cantidad de manzanas identificadas. Para el caso del distrito de San Andrés y de la información obtenida del municipio se identificaron 138 manzanas en el área urbana, de las cuales se levantó la información de 60 manzanas, haciendo que la muestra tenga un tamaño igual al 43% del total de la población (número total de manzanas). La Figura 1 muestra la sectorización según del distrito en estudio.

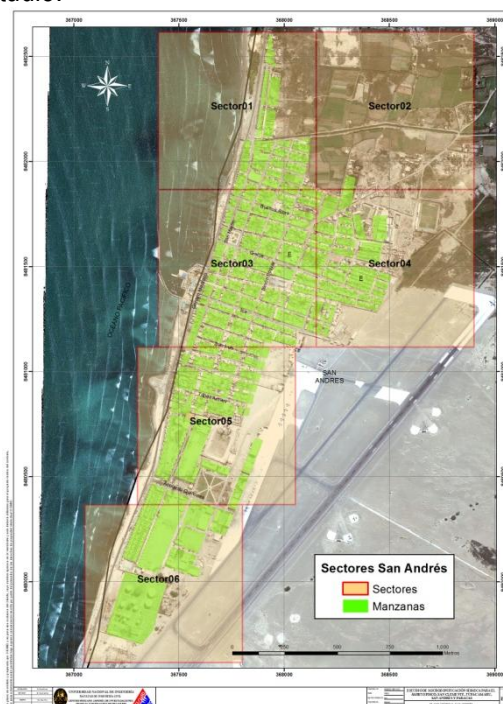


Figura 1: Sectorización en el Distrito de San Andrés.



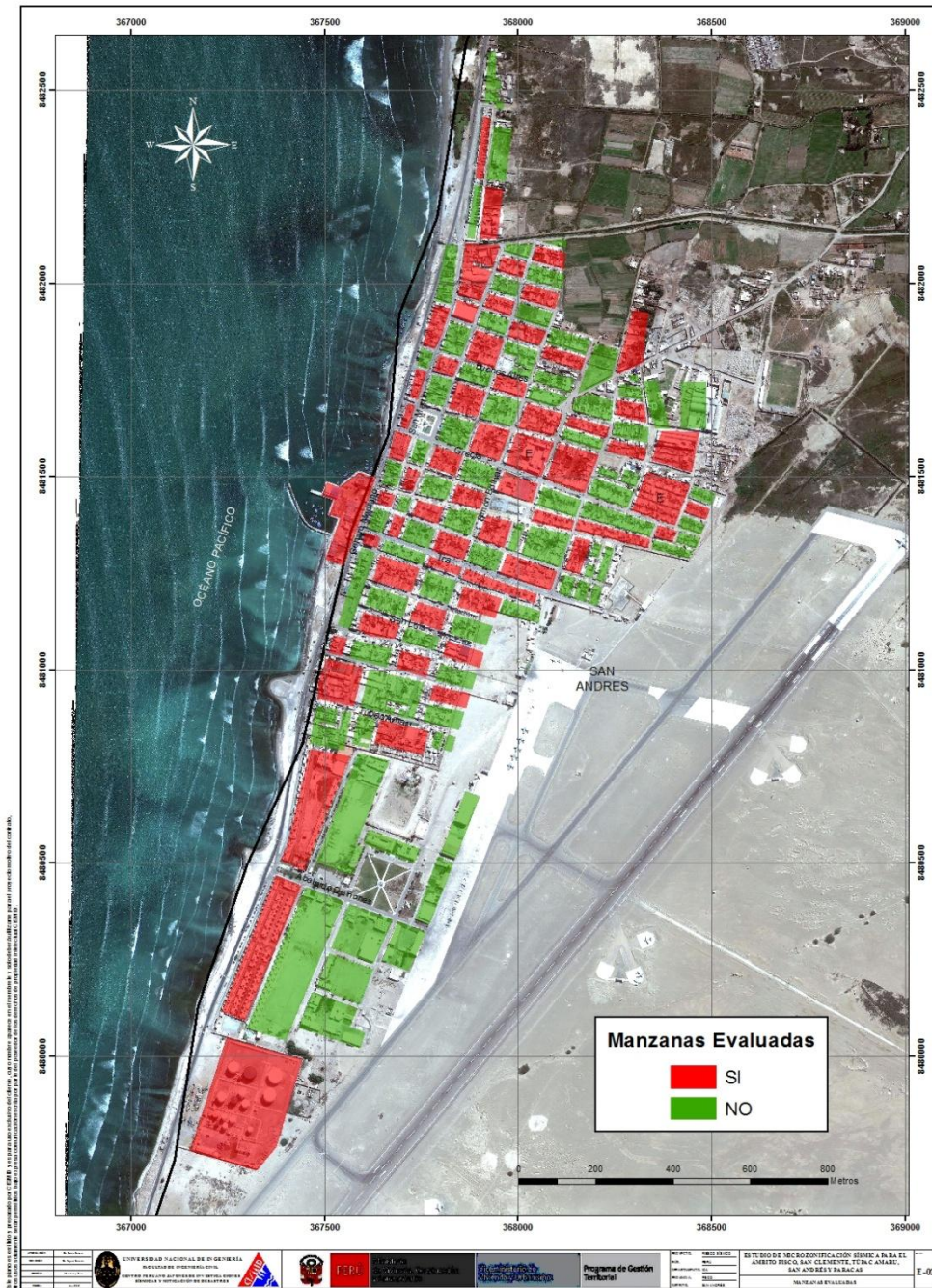


Figura 2. Manzanas evaluadas en San Andrés.

### Sector 01

En la entrada del Distrito de San Andrés, se encuentra un conjunto habitacional con viviendas de albañilería confinada, que fue afectado por el tsunami debido al terremoto de Pisco del año 2007 y que están siendo habitadas nuevamente. Se observó la presencia de humedad en la base de las viviendas (Ver Figura 3 y Figura 4).



Figura 3. Vista del Conjunto Habitacional.



Figura 4. Vista opuesta del Conjunto Habitacional.



Figura 5. Vista de viviendas de un piso y 2 pisos.



Figura 6. Viviendas de un piso de albañilería confinada.

La mayor parte de las viviendas son de un piso, seguida de viviendas de dos pisos, en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada, seguida de coberturas ligeras como caña o torta de barro. El estado de conservación es regular y se observó la presencia de humedad en la base de las viviendas (Ver Figura 5 y Figura 6). Además existe una pequeña zona industrial ubicada cerca a la entrada del distrito (Ver Figura 7).





Figura 7. Vista de edificaciones industriales.

### **Sector 03**

Las viviendas en el Sector 03 son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido con losa aligerada (Ver Figura 8 y Figura 9). En general, este sector está en regular estado de conservación y muchas de ellas se observa humedad y salitre en la base de las viviendas.



Figura 8. Vista de viviendas de un piso y 2 pisos albañilería confinada.



Figura 9. Viviendas de un piso de del sector 03.



Figura 10. Vista de viviendas del Sector 03.



Figura 11. Viviendas de un piso con presencia de humedad en la base.

Se pudieron observar algunas viviendas en adobe o construidas de manera informal ya que no cuentan con elementos de confinamiento en varias manzanas del sector de igual manera presentan humedad en la base (Ver Figura 10 y Figura 11).



**Edificaciones esenciales:**

- Centro de Salud del MINSA, edificación de un piso en buen estado de conservación (Ver Figura 12).
- I.E. N°22472 “CAP. FAP. Renán Díaz Olivera”, edificación de dos pisos en concreto armado rigidizado con vanos de mampostería en buen estado de conservación. Se pueden observar columnas cortas en la edificación (Ver Figura 13) .
- I.E. N°22473 “S.V. Inmaculada Concepción”, edificación de dos pisos en concreto armado rigidizado con vanos de mampostería en buen estado de conservación (Ver Figura 14).
- Comisaría de San Andrés, edificación de un piso en albañilería confinada en buen estado de conservación (Ver Figura 15).
- Biblioteca Municipal “Jesús Robles Torres”, edificación de un piso en concreto armado (Ver Figura 16).
- Municipalidad de San Andrés, edificación de dos pisos en albañilería confinada en buen estado de conservación (Ver Figura 17).



Figura 12. Vista de Centro de salud - Sector 03.



Figura 13. Vista de Centro educativo I.E. N°22472 “CAP. FAP. Renán Díaz Olivera”.



Figura 14. Vista de Centro educativo - I.E. N°22473 “S.V. Inmaculada Concepción”.



Figura 15. Vista de la Comisaría de San Andrés.





Figura 16. Vista de la Biblioteca Municipal "Jesús Robles Torres".



Figura 17. Vista de la Municipalidad de San Andrés".

#### **Sector 04**

Las viviendas en el Sector 04 son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido con losa aligerada (Ver Figura 18 y Figura 19). En general, este sector está en regular estado de conservación y se observa presencia de humedad en la base de las viviendas.



Figura 18. Vista de viviendas de uno y dos pisos albañilería confinada.



Figura 19. Viviendas de un piso del sector 04.

En las manzanas ubicadas cerca al aeropuerto de Pisco, presentan asentamientos humanos con viviendas construidas en madera y esteras (ver Figura 20 y Figura 21); y en la parte norte se ubica la zona industrial del sector (Ver Figura 22).



Figura 20. Vista de viviendas de esteras un piso en sector 04.



Figura 21. Viviendas de un piso del sector 04.



Figura 22. Vista de viviendas en zonas industrial en Sector 04.

### Sector 05



Figura 23. Viviendas de un piso del sector 05.

Las viviendas en el Sector 05 son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada (Ver Figura 23). Se observó también, muchas viviendas con techos en caña y torta de barro. En general, este sector está en regular estado de conservación.



Figura 24. Vista de viviendas informal de un piso del sector 05.



Se encontraron viviendas construidas en albañilería de manera informal, ya que no cuentan con elementos de confinamiento, además de viviendas hechas en madera (Ver Figura 24).



Figura 25. Vista de viviendas del conjunto habitacional de la F.A.P.



Figura 26. Viviendas de un piso del sector 05.

En la zona sur del sector, se ubica el conjunto habitacional de la F.A.P., que fue afectada por el tsunami producto del terremoto de Pisco del año 2007, en donde algunas viviendas están siendo habitadas nuevamente (Ver Figura 25 y Figura 26). Además se puede observar la presencia problemas de humedad en la base en las viviendas.

#### Edificaciones esenciales:

- I.E.I. N°185 “Teresa Gonzales de Fanning”, UGEL – PISCO (Ver Figura 27), edificación de un piso basada en una estructura de pórticos con tabiquería de relleno.
- Iglesia de Jesucristo de los Santos de los Últimos Días, edificación de un piso en albañilería confinada en buen estado de conservación (Ver Figura 28).



Figura 27. Vista del centro educativo I.E.I. N°185 “Teresa Gonzales de Fanning”.



Figura 28. Vivienda de una Iglesia sector 05.





### Sector 06

En la zona norte del sector se observa parte del conjunto habitacional de la F.A.P. y los daños que sufrieron algunas de las viviendas debido al tsunami (Ver Figura 29). En la zona sur, se encuentra la zona industrial, en donde se observa una de las refinerías de petróleo como se muestra en la Figura 30.



Figura 29. Vista del conjunto habitacional del sector 06.

Figura 30. Vivienda de refinería de Petróleo sector 06.

### Estadística y Mapas temáticos del Distrito de San Andrés

El material preponderante es la albañilería de ladrillo de arcilla, como representativo del distrito. La distribución de la muestra estudiada, nos señala los resultados que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Uso de las edificaciones en San Andrés

| USO        | Cantidad | %   |
|------------|----------|-----|
| Vivienda   | 47       | 78% |
| Viv./Com.  | 1        | 2%  |
| Educación  | 2        | 3%  |
| Comercio   | 5        | 8%  |
| Industrial | 5        | 8%  |

En cuanto estado de conservación se ha encontrado los resultados de la Tabla 2, donde se ha encontrado que el estado de conservación de las edificaciones es regular.

Tabla 2: Estado de conservación en edificaciones de San Andrés

| Estado de Conservación | Cantidad | %     |
|------------------------|----------|-------|
| Bueno                  | 8        | 13.3% |
| Regular                | 49       | 81.7% |
| Malo                   | 3        | 5.0%  |





En general San Andrés es un distrito con bajo índice de altura, donde predominan las edificaciones de un piso (92%), seguridad por un 7% de dos pisos y menor cantidad (2%) edificaciones de mayor altura.

**Tabla 3:** Sistema Estructural en edificaciones de San Andrés

| <b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>                   | <b>Cantidad</b> | <b>%</b> |
|--|-----------------|----------|
| Albañilería Informal                         | 8               | 13%      |
| Albañilería Confinada con diafragma Rígido   | 44              | 73%      |
| Albañilería Confinada con diafragma flexible | 3               | 5%       |
| Estructuras Industriales/comerciales         | 1               | 2%       |
| Madera                                       | 1               | 2%       |
| Pórticos de Concreto Rigidizados x Tabiques  | 3               | 5%       |

La albañilería confinada con diafragma rígido representa el 73% de las edificaciones en el distrito, seguido por un 13% de albañilería informal.

Las Figuras a continuación muestran los resultados en forma grafica para el distrito de San Andrés.

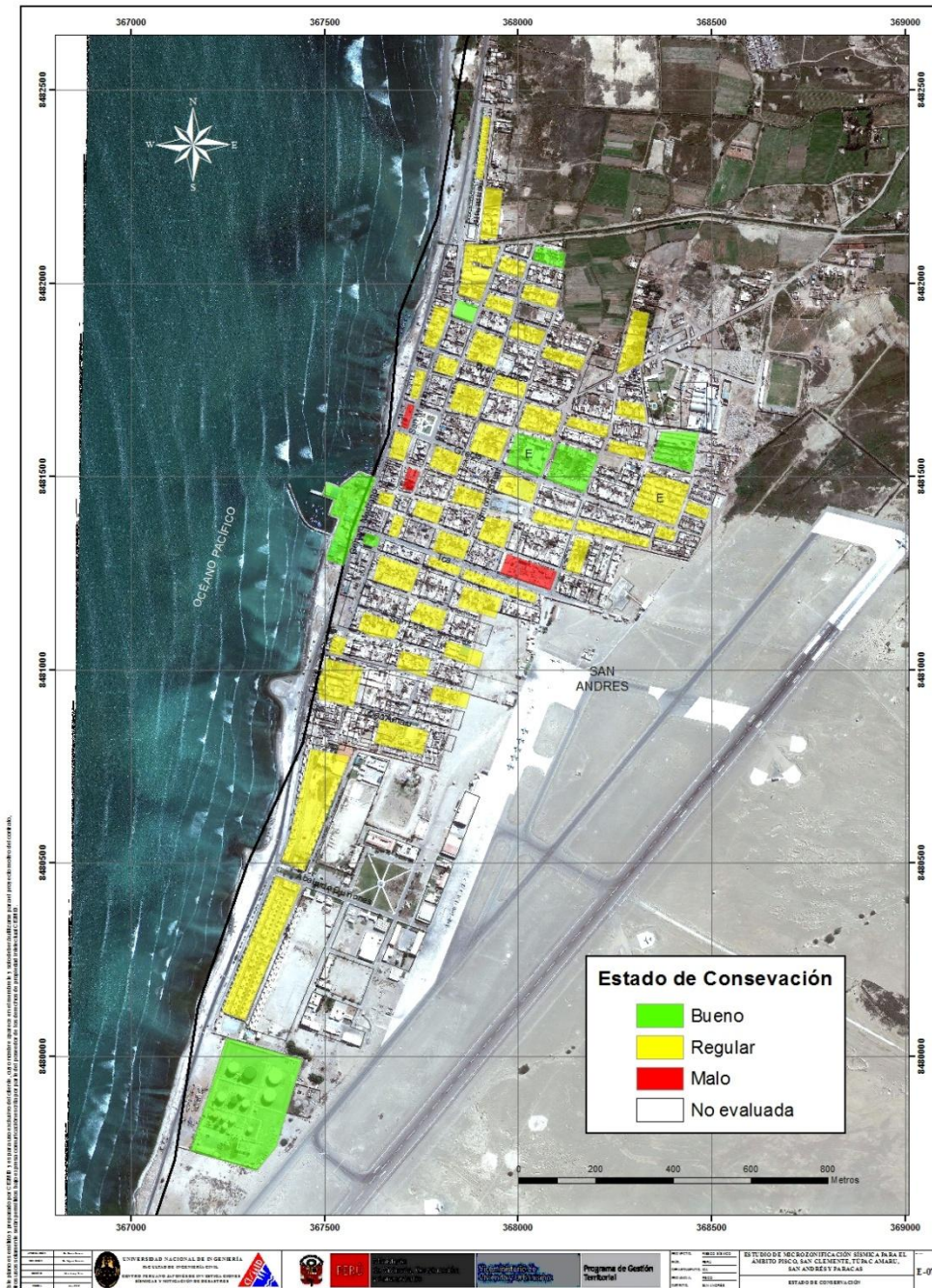


Figura 31: Estado de Conservación en San Andrés.



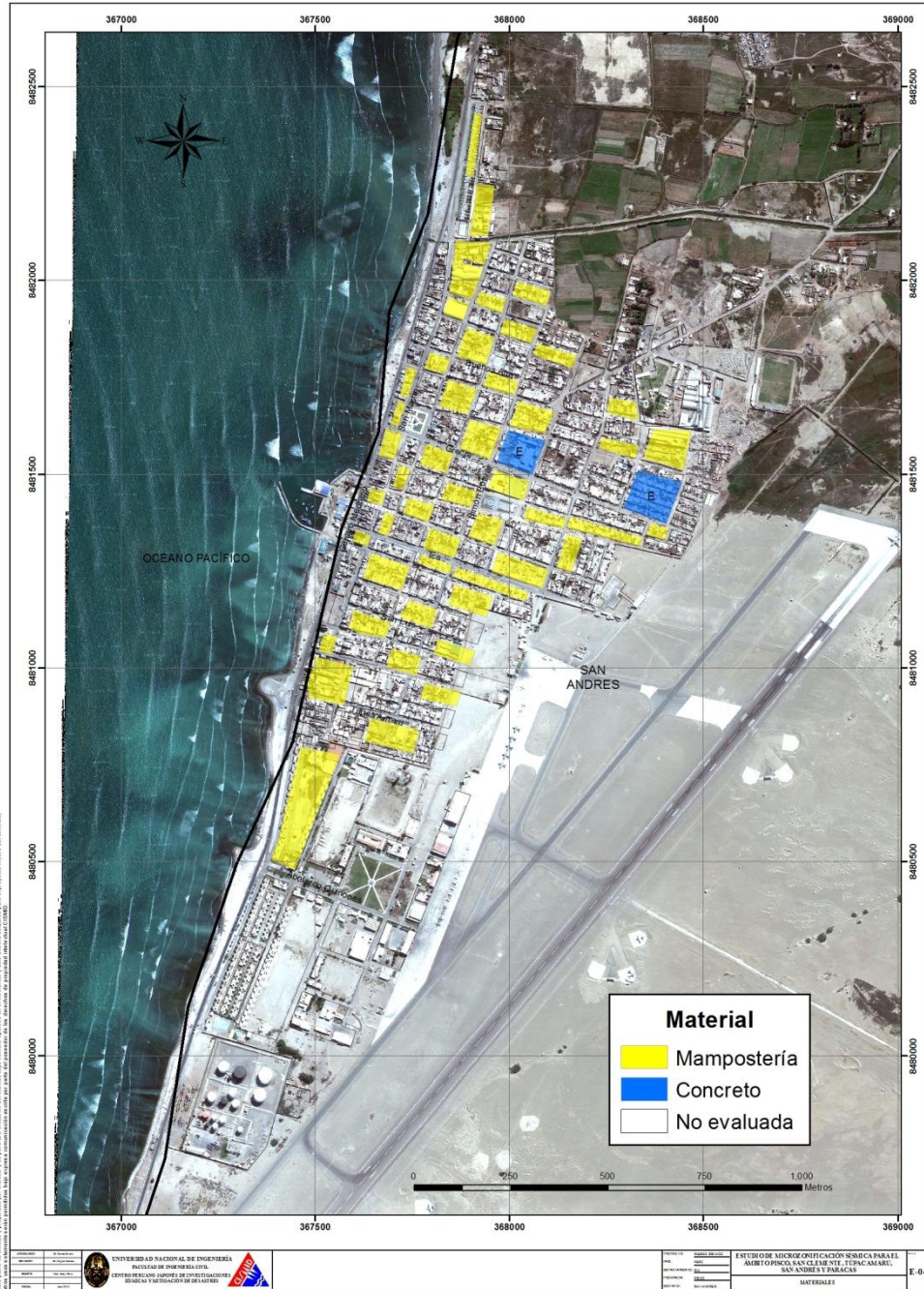


Figura 32: Material de Construcción en San Andrés.



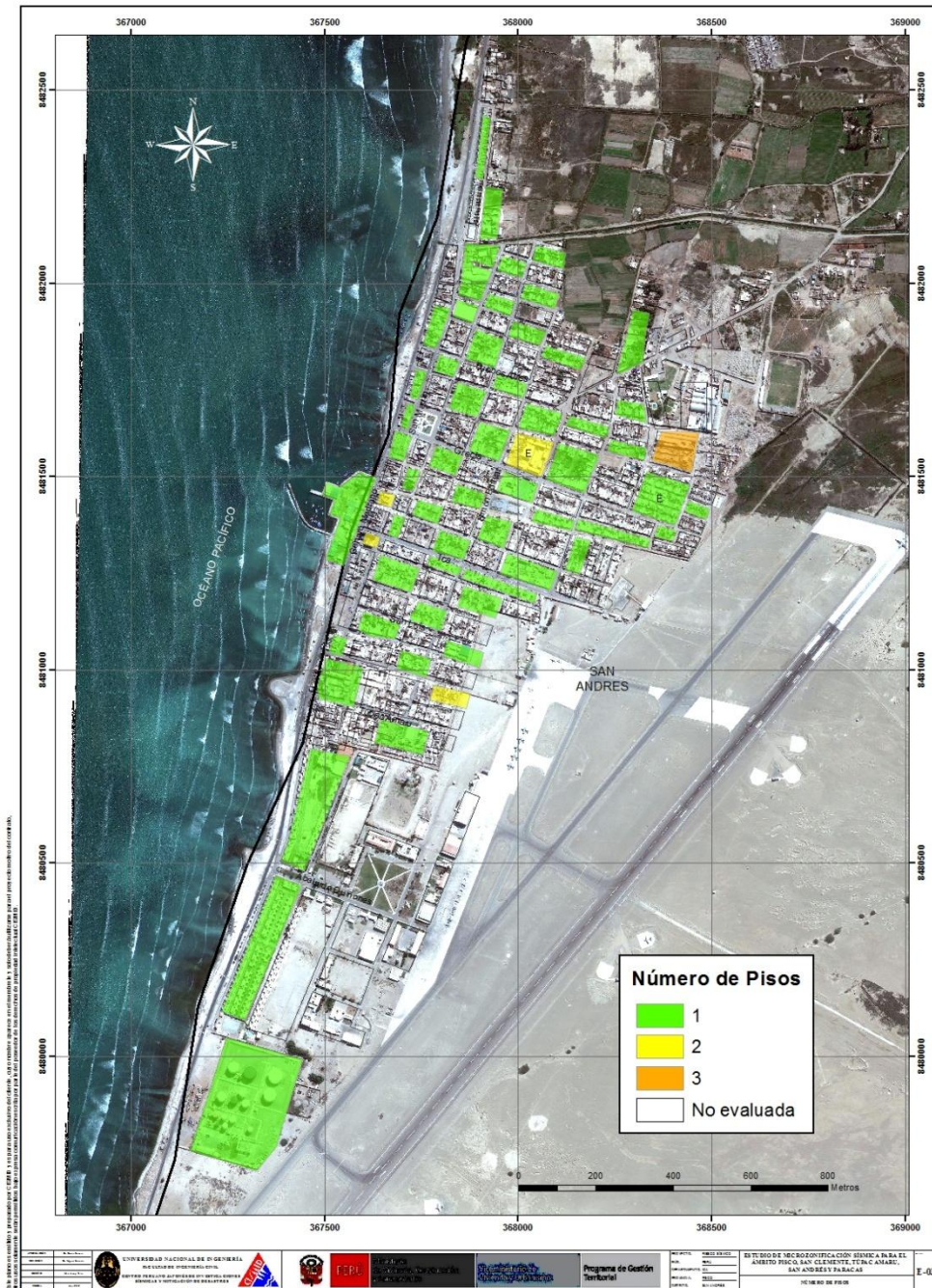
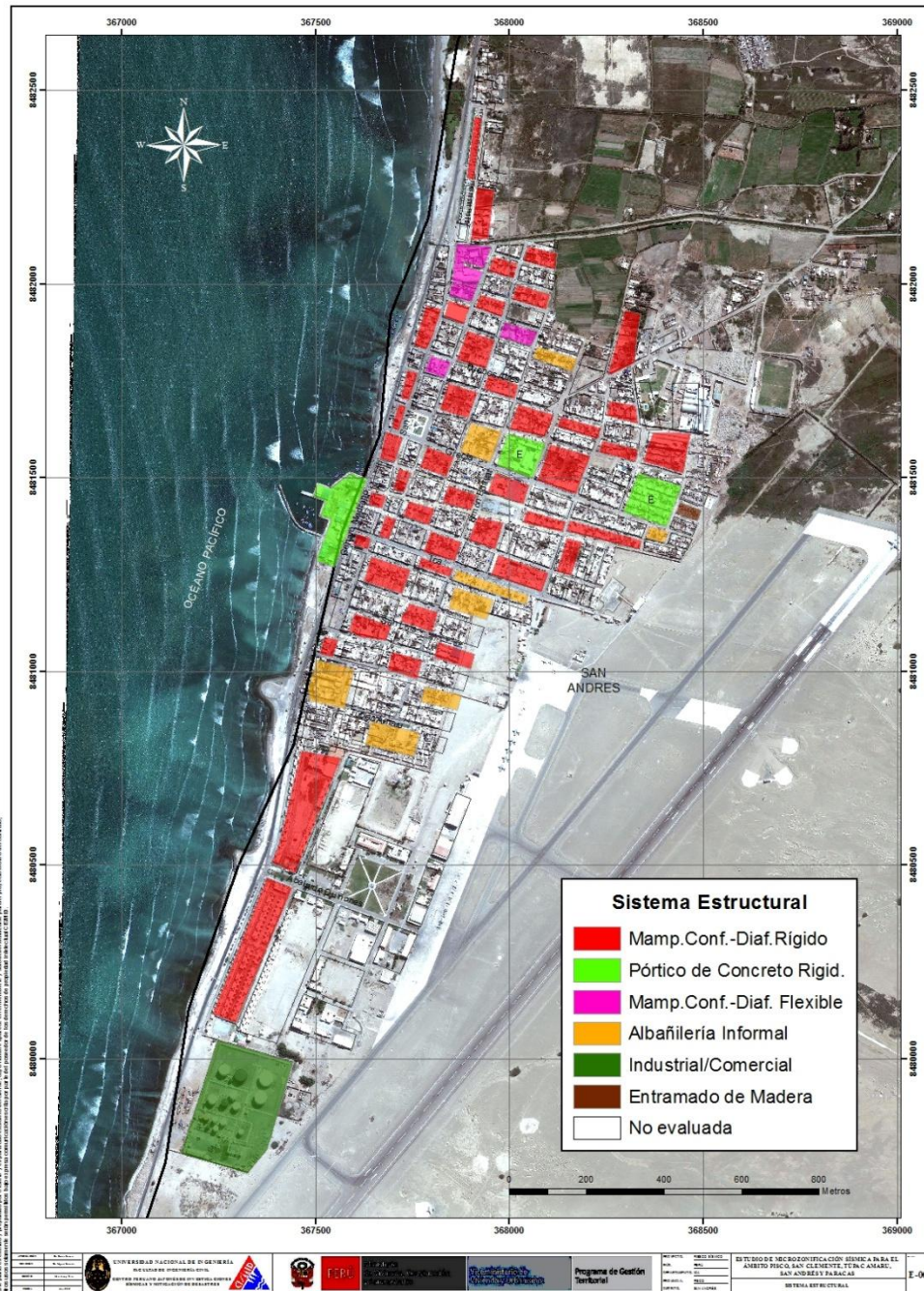


Figura 33: Numero de Pisos en San Andrés.





**Figura 34:** Sistema Estructural predominante.

## 4.2 Distrito de San Clemente

Para el levantamiento de la información de campo en el distrito de San Clemente la sectorización se realizó mediante una cuadrícula de 750 m de lado. La toma de datos fue realizada sobre una muestra del total de la cantidad de manzanas identificadas. En el distrito de San Clemente y de la información obtenida del municipio se identificaron 379 de manzanas en el área urbana, de las

cuales se levantó la información de 124 manzanas, considerando una división del distrito en 8 Sectores, como se muestra en la Figura 35.

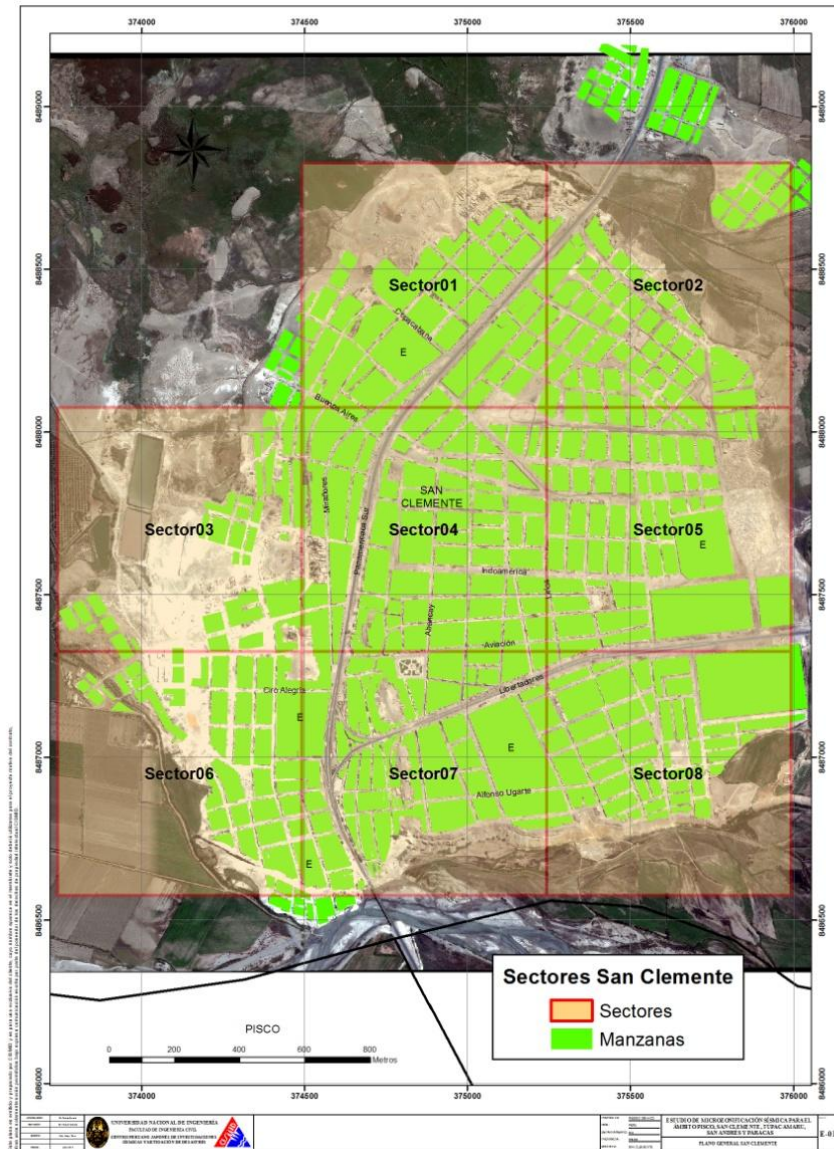
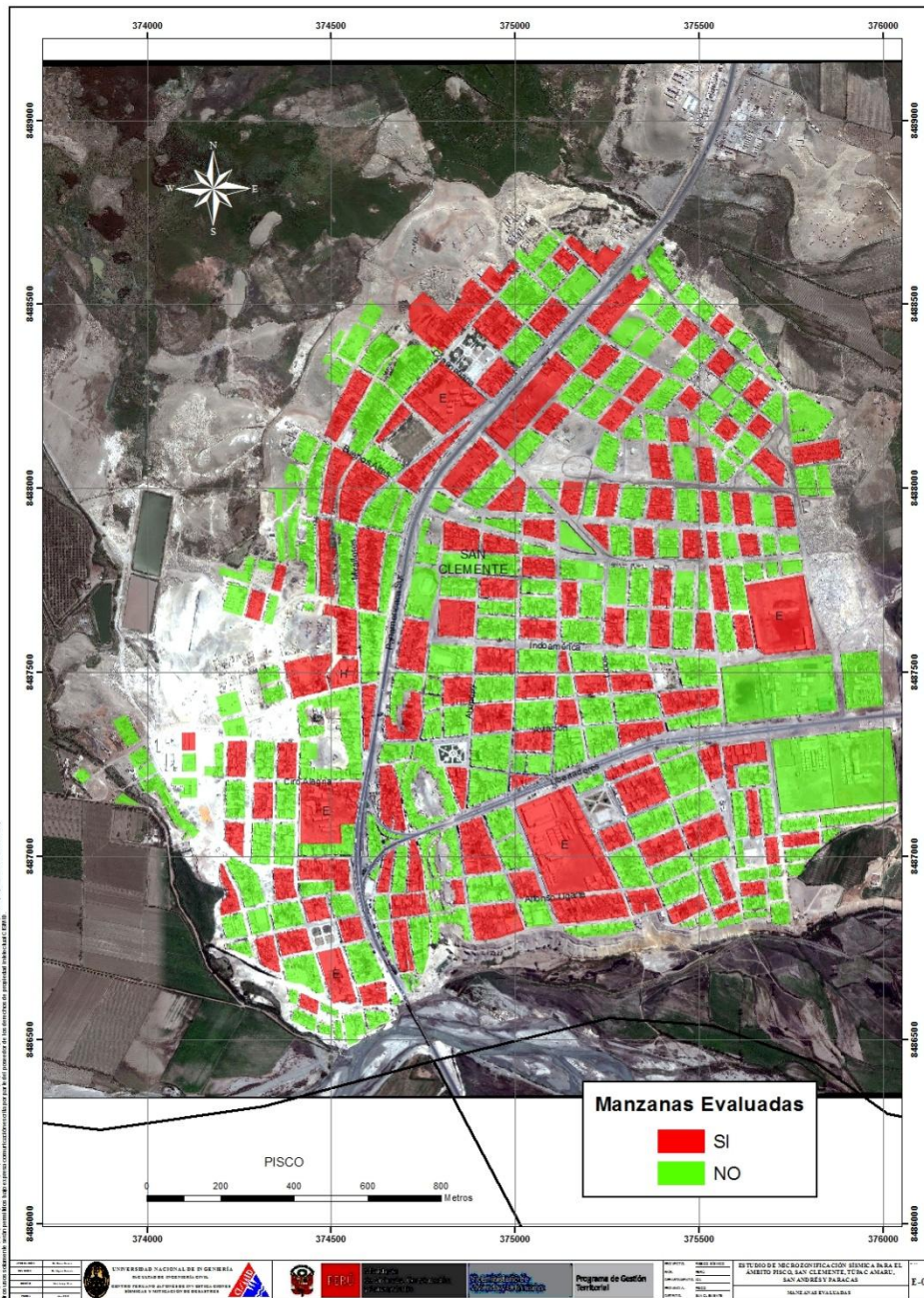


Figura 35: Sectorización del distrito de San Clemente.





**Figura 36. Manzanas Evaluadas en San Clemente**

**Sector 01**

La mayoría de las viviendas del sector son edificaciones de un piso, seguida de viviendas de dos pisos, en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada, seguida de coberturas ligeras como caña o torta de barro (Ver Figura 37 y Figura 38). El estado de conservación es regular, no observó la presencia de humedad en la base de las viviendas.

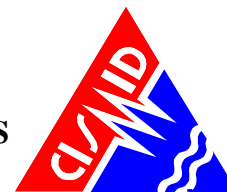


Figura 37. Vista del sector 01 con viviendas de uno y dos pisos.



Figura 38. Vista de viviendas de un piso.

### **Edificaciones esenciales:**

En la zona sur del Distrito del sector 01, se encontró:

- El colegio IE 22468 “María Parado de Bellido” de dos pisos, de concreto armado aporticado y vanos rigidizado con mampostería (Ver Figura 39) en buen estado de conservación.
- El centro de educación inicial I.E.I. 184, con una estructura mixta de pórticos con de albañilería confinada como se muestra en la Figura 40, la misma que se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 39. Vista del centro educativo IE 22468 “María Parado de Bellido”.



Figura 40. Vista del centro educativo inicial IEI 184.

### **Sector 02**

En la zona oeste del Sector 02 las viviendas son de un piso, en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada como se muestra en la Figura 41. En general, este sector está en regular estado de conservación.





Figura 41. Vista de viviendas de un piso de albañilería en sector 02.



Figura 42. Vista de viviendas informales de un piso de albañilería en sector 02.

En el sector sur y central del sector se pudieron observar algunas viviendas en proceso de construcción y otras construidas de manera informal ya que no cuentan con elementos de confinamiento en varias manzanas del sector. En la zona central del Sector 02 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada, seguida de coberturas ligeras como caña o torta de barro como se muestra en la Figura 42.

### **Sector 03**

Las viviendas en el Sector 03 son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es el entramado de madera con cobertura de esteras o tableros aglomerados de madera. En general, este sector está en mal estado de conservación, con viviendas sumamente débiles en caso de sismo.



Figura 43. Vista de viviendas de esteras del Sector 03.

#### **Sector 04**

En el Sector 04 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y con losa aligerada como sistema de entrepiso. Muchas de estas viviendas se encuentran a medio terminar o en casco como se muestran en la Figura 44. En general, este sector muestra en regular estado de conservación.



Figura 44. Vista de viviendas de albañilería del Sector 04.



Figura 45. Viviendas de albañilería del Sector 04.

En la zona central y sur del Sector 04 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa

aligerada como sistema de entrepiso. En general, este sector está en buen estado de conservación (Ver Figura 45).



Figura 46. Vistas de viviendas de adobe del Sector 04.

En la zona este del Sector 04 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es conformado por muros de adobe y cobertura ligera. En general, este sector está en buen estado de conservación.

Edificaciones esenciales:

- Por otro lado se observó la existencia de un tanque elevado de almacenamiento de agua en la zona central del sector (Ver Figura 47), que muestra un buen estado de conservación.



Figura 47. Reservorio de Agua del Sector 04.

### **Sector 05**

En el Sector 05 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada como sistema de entrepiso (Ver Figura 48). En general, este sector está en regular estado de conservación.





Figura 48. Vistas de viviendas del Sector 05.

En la zona central del Sector 05 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y coberturas ligeras como caña o torta de barro. En general, esta zona del sector 05 está en buen estado de conservación (Ver Figura 49).



Figura 49. Viviendas de la Zona Central del Sector 05.

Además en la zona norte del sector 05 las viviendas tienen sistema estructural conformado por muros de adobe y cobertura ligera como caña o torta de barro.



**Edificaciones esenciales:**

- En el sector se encontró un Centro Educativo FE Y ALEGRÍA, de concreto armado con sistema estructural con pórticos y vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 50), que se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 50. Vistas del Centro Educativo FE Y ALEGRÍA del sector 05.

**Sector 06**

En el Sector 06 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, seguida de coberturas ligeras como caña o torta de barro. En general, este sector está en regular estado de conservación (Ver Figura 51).



Figura 51. Vistas de las viviendas del Sector 06.



Figura 52. Vistas del Centros Educativos del sector 06.





**Edificaciones esenciales:**

- Existen dos centros educativos ambos de 2 pisos donde el sistema estructural es de concreto armado aporticado con vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 52), que se encuentran en buen estado de conservación.

**Sector 07**

En el Sector 07 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, seguida de coberturas ligeras como caña o torta de barro. Como se muestran en la Figura 53, en general este sector está en regular estado de conservación.



Figura 53. Vistas de las viviendas del sector 07.

**Edificaciones esenciales:**

- En la zona este del sector está ubicado el Centro Educativo, " José Carlos Mariátegui", de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 54), que poseen un buen estado de conservación.



Figura 54. Vistas del Centro Educativo " José Carlos Mariátegui".

**Sector 08**

En el Sector 08 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, seguida de coberturas ligeras como caña o torta de barro. En general, este sector está en regular estado de



conservación (Ver Figura 55. En ciertas zonas del sector 08 también existen viviendas de adobe y quincha con un regular estado de conservación como se muestra en la Figura 56.



Figura 55. Vistas de las viviendas del sector 08.



Figura 56. Vistas de las viviendas de adobe y quincha con regular estado de conservación.

### **Estadística y Mapas temáticos del Distrito de San Clemente**

Basado en la información recopilada en campo, se pudo analizar estadísticamente la muestra levantada a fin de poder generar mapas temáticos y estadísticas a partir de los resultados.

Del análisis de la muestra podemos mencionar que las viviendas del distrito están construidas predominantemente en albañilería, representando este material al 80% de las edificaciones del distrito. Seguidamente en San Clemente encontramos que el adobe representa el 10% de las viviendas en esta área, mientras que las edificaciones de concreto armado solo representan un 5%. Por otro lado se pudo identificar que el 93% de las edificaciones son de un piso, mientras que el 7% de las edificaciones son de dos pisos.



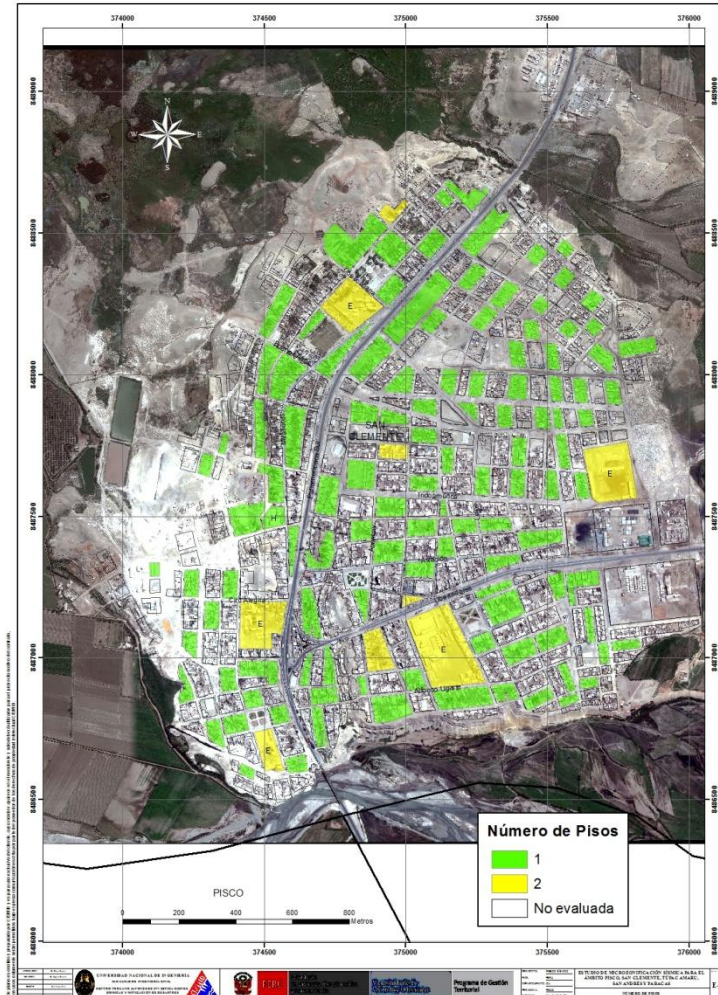


Figura 57. Número de pisos en edificaciones de San Clemente.

El uso de las edificaciones es presentado en la Tabla 4, donde puede leerse que el distrito de San Clemente es predominantemente residencial con un 91% de edificaciones usadas como vivienda. Una visión global del uso de las edificaciones en el distrito es mostrado en la Figura 58.

**Tabla 4:** Uso de las edificaciones en San Clemente

| USO        | Cantidad | %   |
|------------|----------|-----|
| Vivienda   | 113      | 91% |
| Educación  | 5        | 4%  |
| Comercio   | 1        | 1%  |
| Industrial | 1        | 1%  |
| Viv./Com.  | 3        | 2%  |
| Salud      | 1        | 1%  |



En el distrito de San Clemente se encontró que un 37.1% de las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, mientras que el 50.8% de las edificaciones evaluadas se encuentra en regular estado de conservación. Además se encontró que el 12.1% de las edificaciones se encuentra en mal estado de conservación en este distrito, tal como se muestra en la Tabla 5. En la Figura 59, se presenta el estado de conservación de las edificaciones que componen la muestra evaluada.

**Tabla 5:** Estado de conservación edificaciones en San Clemente.

| Estado de Conservación | Cantidad | %     |
|------------------------|----------|-------|
| Bueno                  | 46       | 37.1% |
| Regular                | 63       | 50.8% |
| Malo                   | 15       | 12.1% |

El sistema estructural predominante en el distrito de San Clemente es la albañilería confinada con diafragma rígido, que representa el 51%, seguido de la albañilería con diafragma flexible que ocupa un 21% y un 12% de edificaciones de adobe.

**Tabla 6:** Sistema Estructural en edificaciones de San Clemente.

| SISTEMA ESTRUCTURAL                          | Cantidad | %   |
|--|----------|-----|
| Albañilería Confinada con diafragma Rígido   | 66       | 53% |
| Albañilería Confinada con diafragma flexible | 24       | 19% |
| Albañilería Informal                         | 12       | 10% |
| Entramado de madera                          | 3        | 2%  |
| Adobe  | 13       | 10% |
| Pórticos de Concreto Rigidizados x Tabiques  | 6        | 5%  |



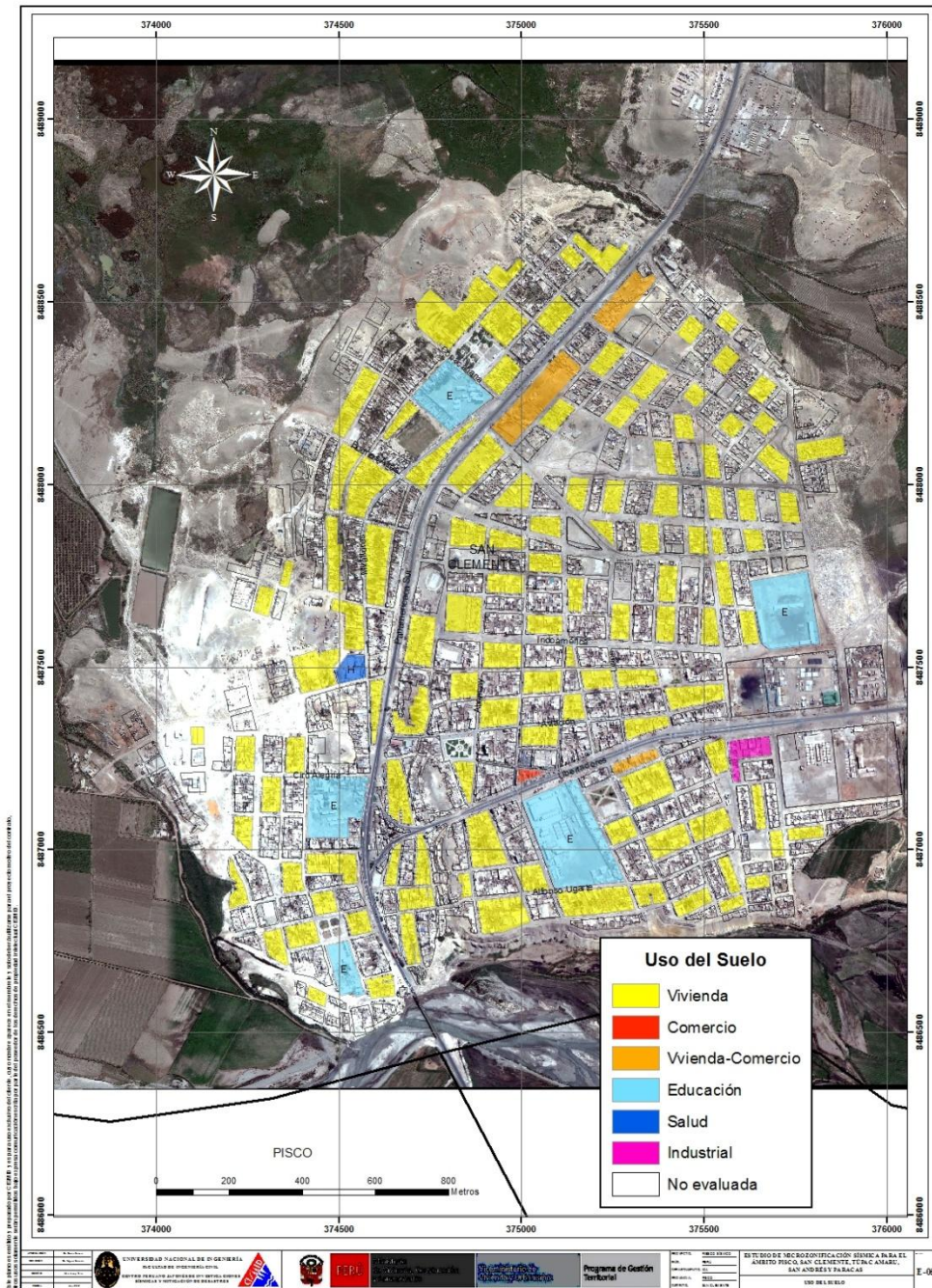


Figura 58. Uso del Suelo en el distrito de San Clemente.



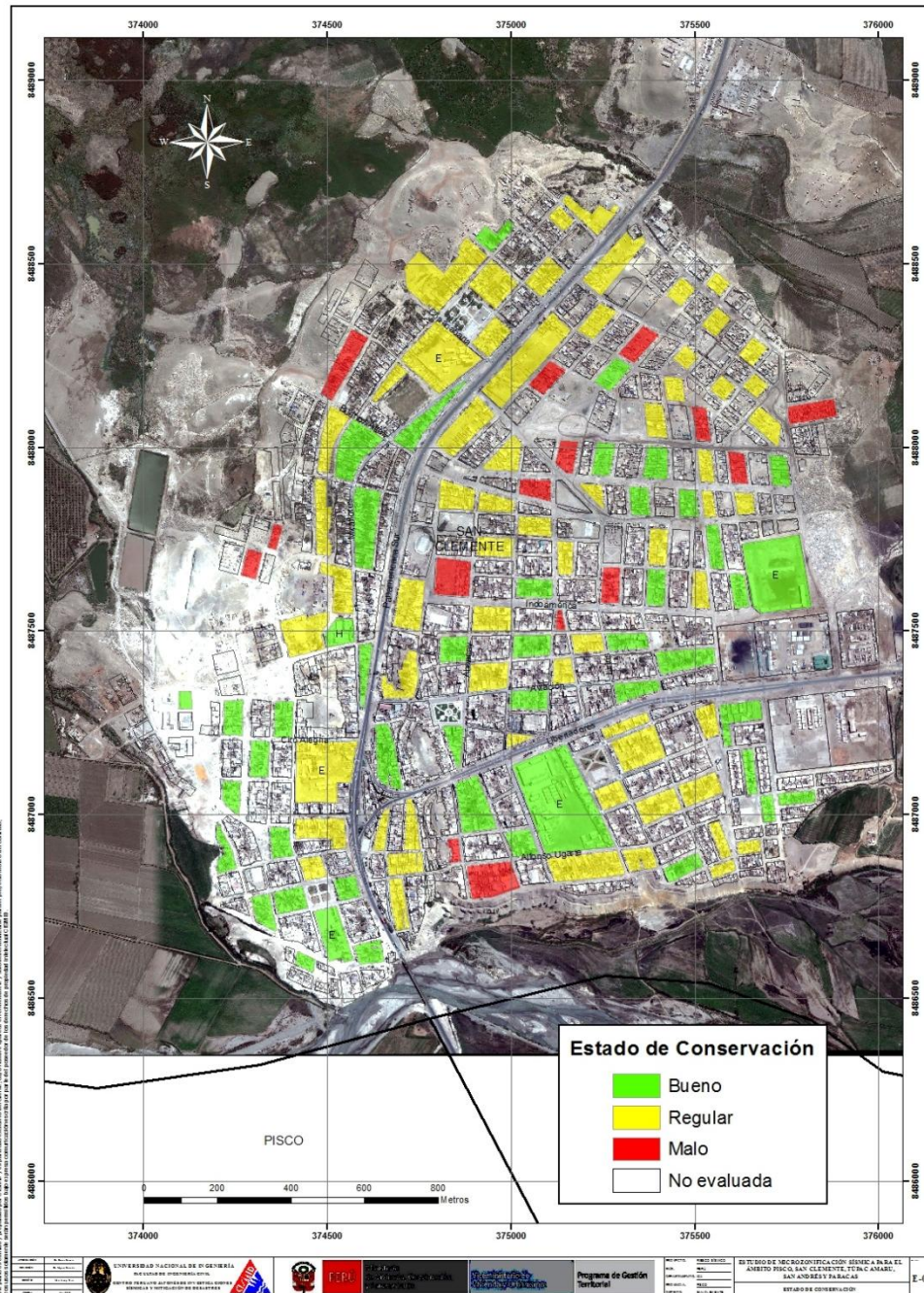


Figura 59. Estado de Conservación de edificaciones en el distrito de San Clemente.

En la Figura 60 se presentan los sistemas estructurales predominantes en el distrito de San Clemente, evaluados a partir de la muestra. Se encontró que el 53% de las edificaciones son de albañilería confinada con diafragma rígido, seguido de un 19 % de edificaciones de albañilería confinada pero con diafragma flexible y un 10% de viviendas de albañilería informal. Además existen viviendas construidos con entramados de madera que representan un 2% de las edificaciones evaluadas, y un 5% de edificaciones con pórticos de concreto rigidizados con albañilería. El adobe existe en este distrito, representando un 13% de la muestra evaluada.



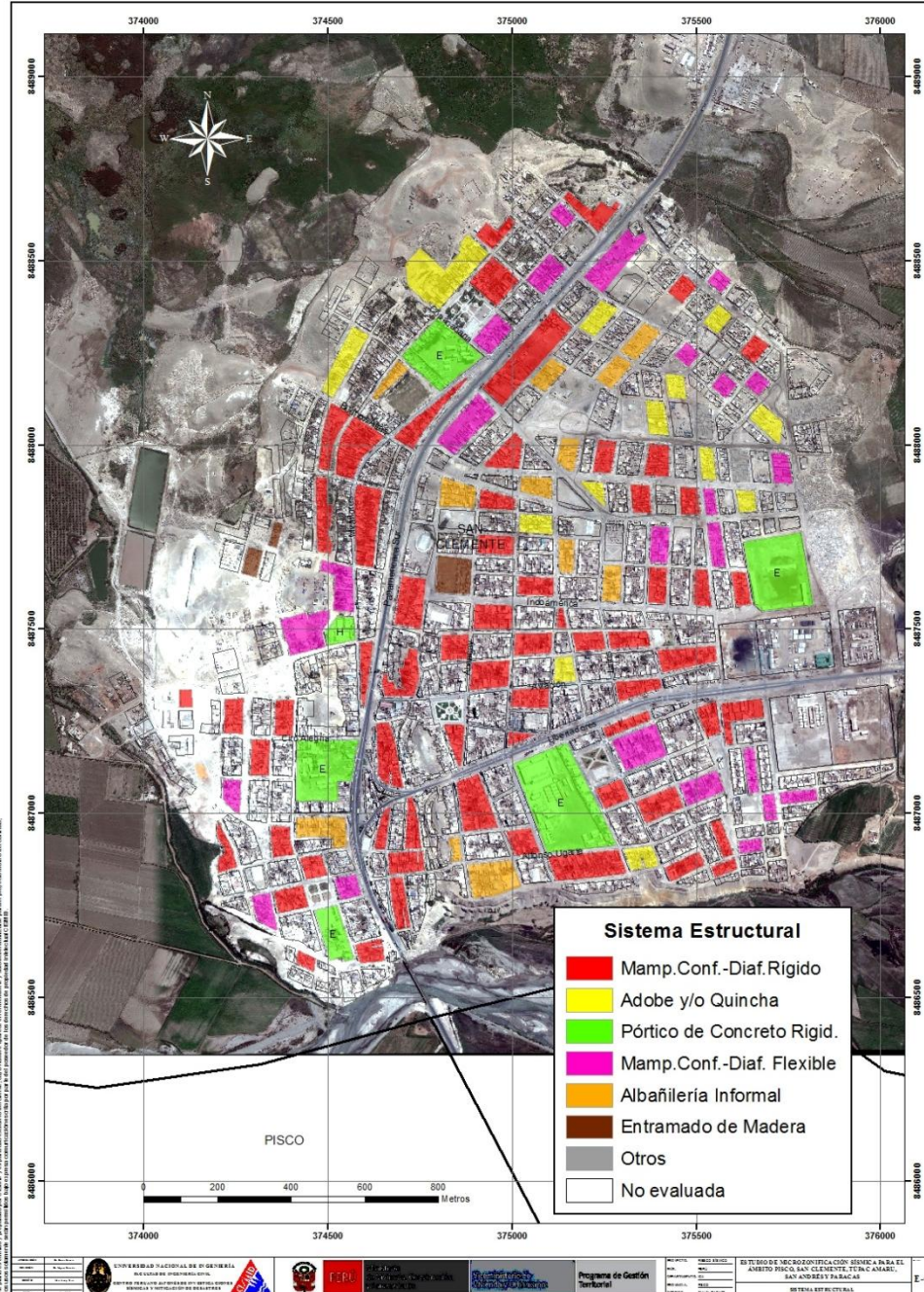


Figura 60. Sistemas estructurales de edificaciones en el distrito de San Clemente.

### 4.3 Distrito de Paracas

Para el levantamiento de la información de campo en el distrito de Paracas la sectorización se realizó mediante una cuadrícula de 750 m de lado. La toma de datos que se llevó a cabo fue realizada sobre una muestra del total de la cantidad de manzanas identificadas. Para el caso del distrito de Paracas y de la información obtenida se identificaron 215 manzanas en el área urbana,



de las cuales se levantó la información en 52 manzanas, haciendo que la muestra tenga un tamaño igual al 24% del total de la población (número total de manzanas). Una visualización de los sectores se muestra en la Figura 61.

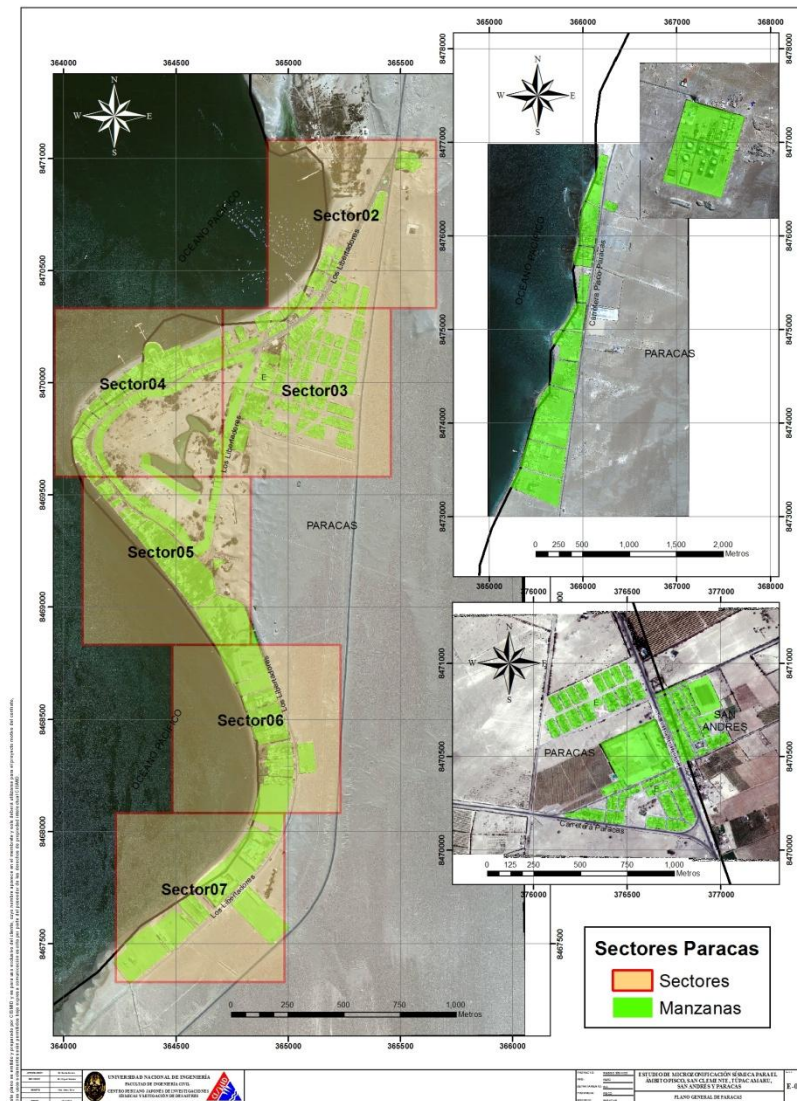


Figura 61. Sectores del distrito de Paracas.

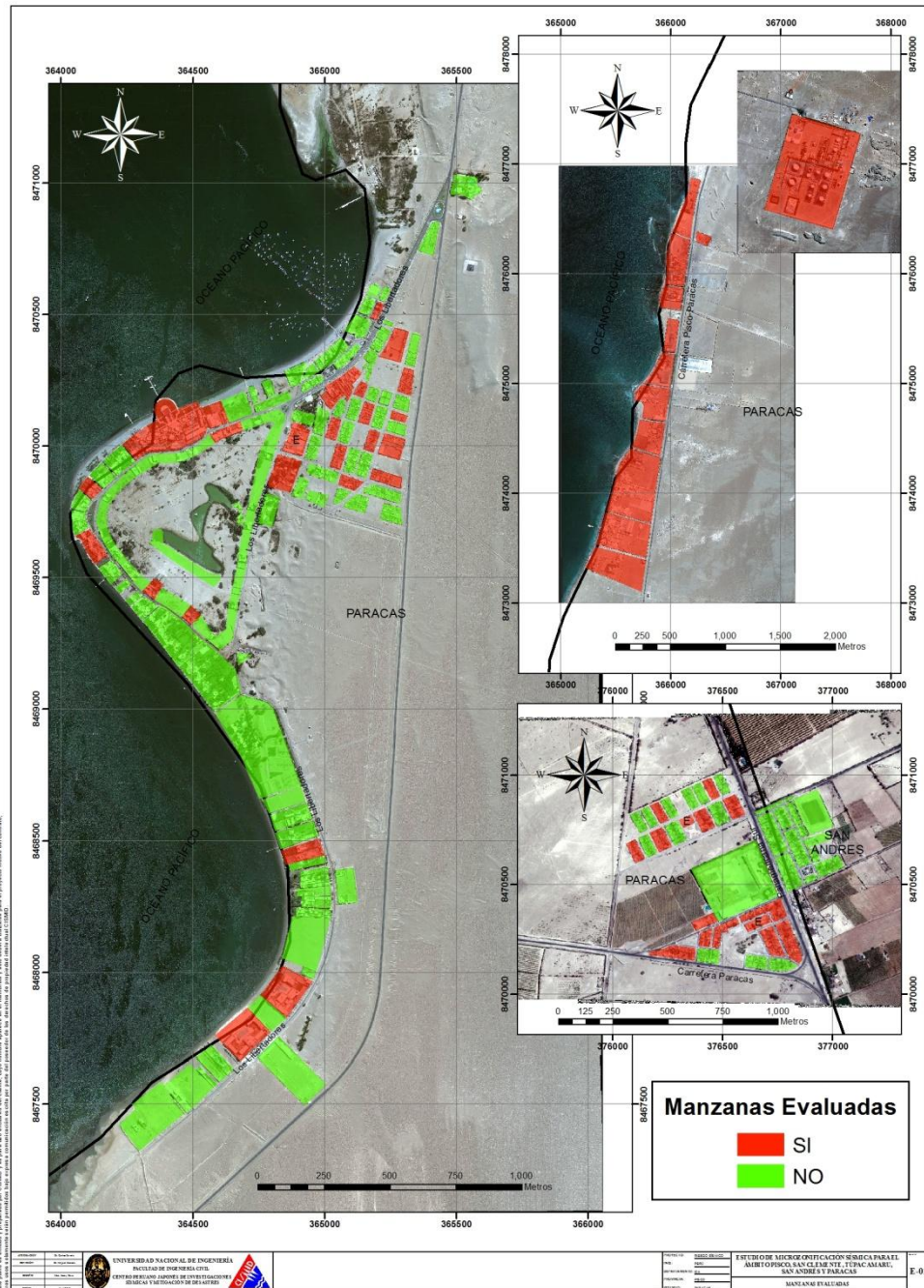


Figura 62: Manzanas evaluadas en el distrito de Paracas.

**Sector 01**

En el Sector 01 se encuentra la zona industrial del distrito de Paracas, ubicada en la carretera Pisco-Paracas entre el distrito de San Andrés y la zona urbana del Distrito de Paracas. La principal actividad es la industria pesquera y se observó que todas se encuentran en



funcionamiento, como se muestra en la Figura 63. Esta zona industrial se encuentra entre la zona de playa y la carretera Pisco-Paracas. Además, se encontró una industria de hidrocarburos con la refinería de petróleo de Pluspetrol como se muestra en la Figura 64.



Figura 63. Zona industrial del distrito – Industria Pesquera.



Figura 64. Refinería de Pluspetrol.

### **Sectores 02 y 03**

Entre la Av. Los Libertadores y la zona de playa, se encuentra el área turística y comercial del distrito mostrada en la Figura 65. En el Sector 02 se observaron nuevas edificaciones de concreto y mampostería que se encuentran en construcción en dicha zona, como se muestra en la Figura 66. En ambos sectores, entre la Av. Los Libertadores y la prolongación de la carretera Pisco-Paracas, la mayoría de las viviendas son de un piso, de madera y con cobertura ligera mostrando un regular estado de conservación. Estas viviendas están construidas sobre terreno arenoso y no cuentan con pistas ni veredas como se muestra en la Figura 67.





Figura 65. Zona comercial y turística.



Figura 66. Construcciones nuevas en la zona comercial y turística.



Figura 67. Viviendas de madera.

**Edificaciones Esenciales:**

- I.E. Pública N°22489 – Paracas, edificación de un piso, de albañilería confinada y techo con cobertura ligera en buen estado de conservación (Ver Figura 68).
- I.E.I. N°205 “Mi Bandera”, edificación de un piso en buen estado de conservación (Ver Figura 69).



- Centro de Salud Paracas – MINSA, edificación de un piso con pórticos de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 70).
- Autoservicio Municipal, edificación de un piso con pórticos de concreto y techo de cobertura ligera en buen estado de conservación.
- Comisarías P.N.P. edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación.

|   |  |
|---|--|
|   |   |
| Figura 68. Centro Educativo I.E. Pública N°22489.                                   | Figura 69. Centro Educativo I.E.I. N°205 "Mi Bandera".                               |
|  |  |
| Figura 70. Centro de Salud Paracas – MINSA.   | Figura 71. Centro de de Autoservicio Municipal.                                      |
|  |  |
| Figura 72. Vistas de Comisarías P.N.P.  |  |



### **Sectores 04, 05, 06 y 07**

En estos sectores se pudo observar que las viviendas son de uso residencial ubicadas en la zona de playa. Estas residencias son de dos pisos en albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 73. En los sectores 04 y 07 se observaron zonas comerciales, encontrándose hoteles y restaurantes en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 74.



Figura 73. Residencias en zona de playa.



Figura 74. Hoteles Paracas y Double Tree – Hilton

### **Estadística y Mapas temáticos del Distrito de Paracas**

El distrito de Paracas cuenta con edificaciones que un 48% han sido construidas con albañilería, seguido de un 12% de construcciones de concreto, un 19% de edificaciones de madera en su zona residencial, contando además con una zona industrial construida predominantemente con estructuras de acero que representan un 21% de la muestra estudiada.

Podemos afirmar que Paracas es una ciudad donde predominan las edificaciones de un piso que representan el 79% de la muestra estudiada, mientras que las edificaciones de dos pisos representan el 15%. Además las edificaciones de tres pisos representan el 2% de la muestra y finalmente existen edificaciones de 4 pisos que representan el 4% de la muestra estudiada. Es decir Paracas es una ciudad plana donde predominan las edificaciones de 1 y 2 pisos.



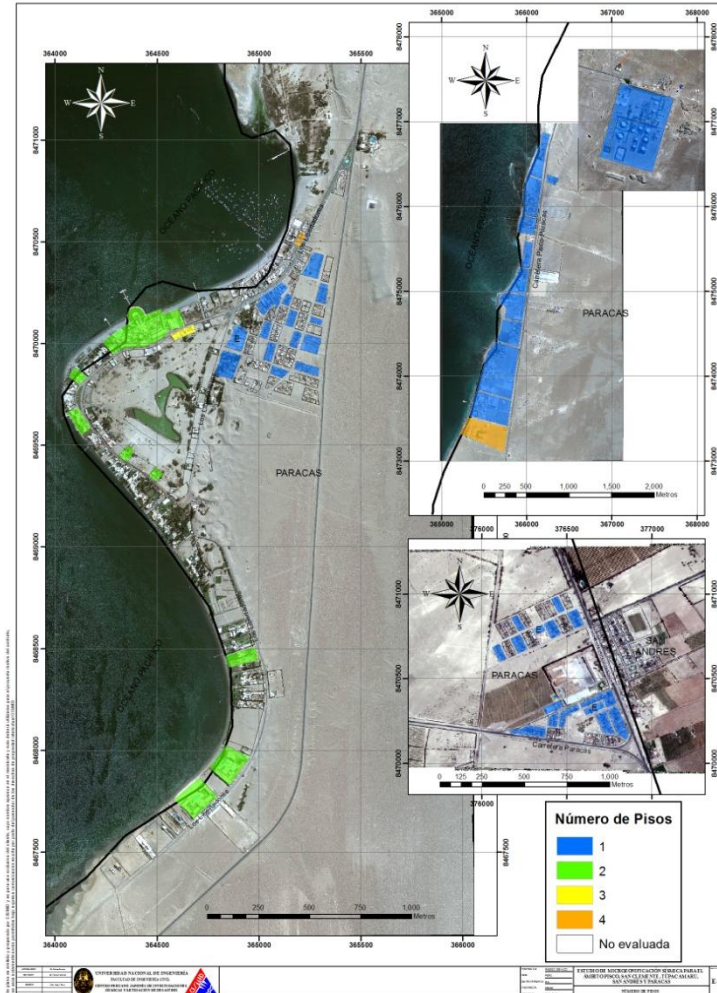


Figura 75: Número de Pisos en Edificaciones de Paracas

Tabla 7: Uso del suelo por edificaciones en Paracas.

| Uso        | Cantidad | %   |
|------------|----------|-----|
| Vivienda   | 30       | 58% |
| Educación  | 3        | 6%  |
| Comercio   | 7        | 13% |
| Industrial | 11       | 21% |

El uso de las edificaciones es presentado en la Tabla 7, donde puede leerse que el distrito de Paracas es predominantemente residencial con un 58% de edificaciones usadas como vivienda, seguido de un 21% usado por la industria y un 13% que representan edificaciones de uso como comercio, y finalmente edificaciones destinadas a centros educativos. Una visión global del uso de las edificaciones en el distrito es mostrado en la Figura 76.



**Tabla 8:** Estado de conservación de edificaciones en Paracas.

| Estado de Conservación | Cantidad | %     |
|------------------------|----------|-------|
| Bueno                  | 39       | 75.0% |
| Regular                | 13       | 25.0% |
| Malo                   | 0        | 0.0%  |

Las edificaciones en el distrito de Paracas presentan un estado de conservación bueno en un 75% de la muestra estudiada. El resto de las edificaciones se encuentran en regular estado de conservación, representando por el 25% de la muestra, tal como se presenta en la Tabla 8 y se ilustra en la Figura 77.

**Tabla 9:** Sistema Estructural en edificaciones de Paracas

| SISTEMA ESTRUCTURAL                          | Cantidad | %   |
|--|----------|-----|
| Albañilería Confinada con diafragma Rígido   | 19       | 37% |
| Albañilería Confinada con diafragma flexible | 6        | 12% |
| Entramado de madera                          | 10       | 19% |
| Pórticos de Concreto Rigidizados x Tabiques  | 6        | 12% |
| Albañilería de Arcilla sin refuerzo          | 11       | 21% |

El sistema estructural predominante en Paracas es la albañilería estructural con diafragma rígido que representa un 37% de la muestra. El segundo lugar lo ocupa la albañilería de arcilla sin refuerzo que representa el 21%, mientras que las edificaciones construidas con entramados de madera representan un 19%. Una visión de la estadística de la muestra se presenta en la

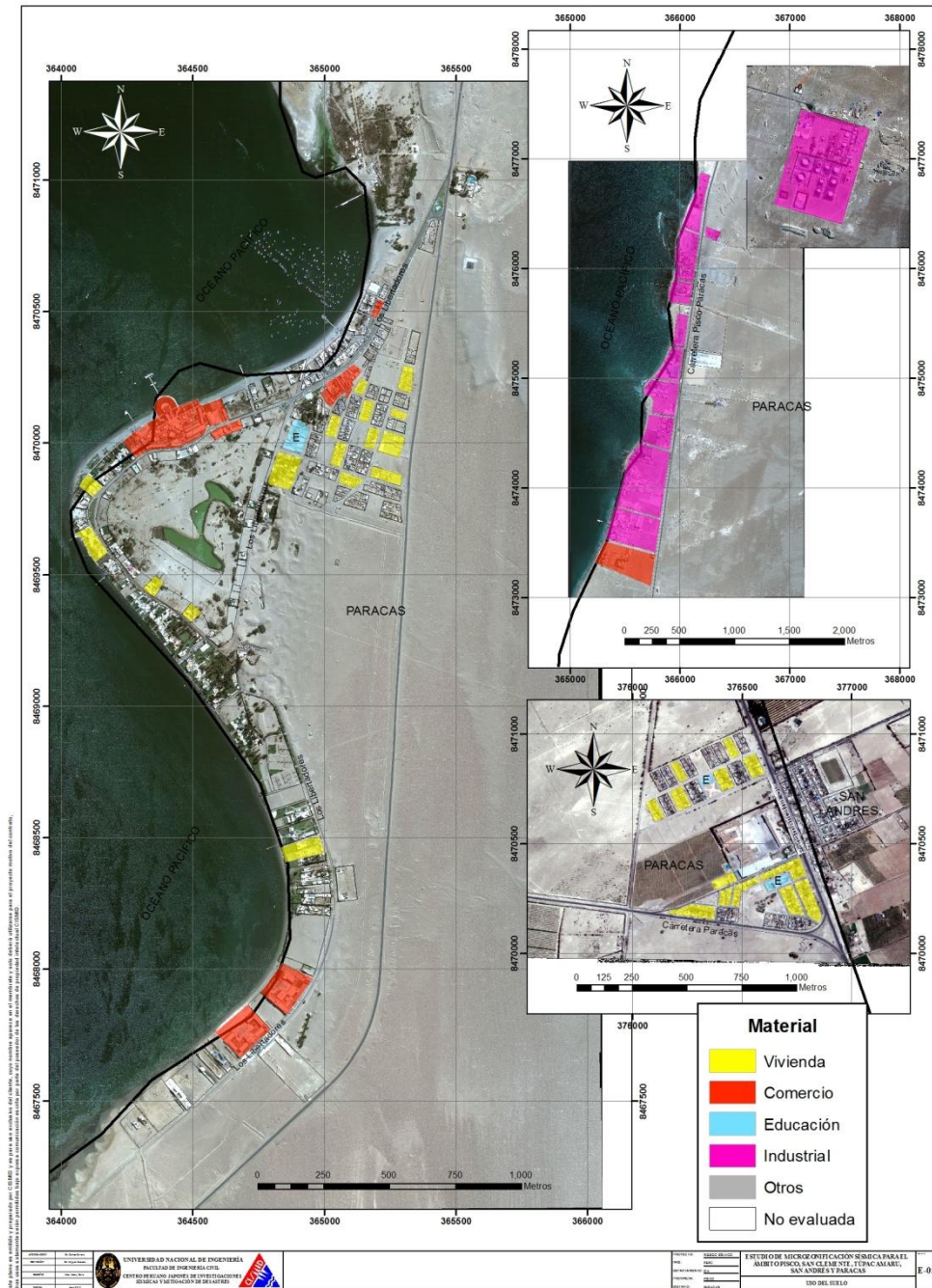


Figura 76. Uso del suelo por edificaciones en el distrito de Paracas.



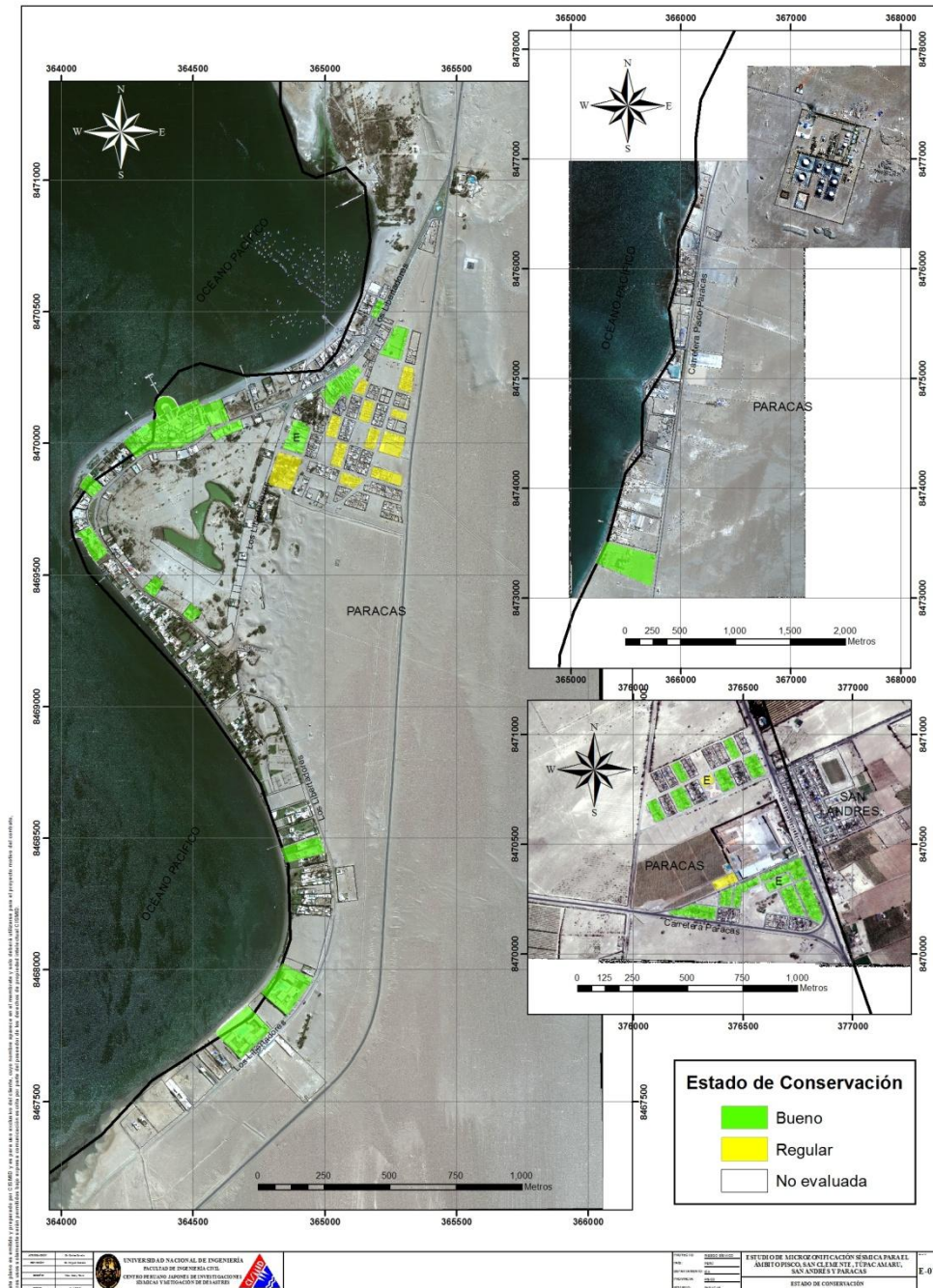


Figura 77. Estado de conservación de edificaciones en el distrito de Paracas.

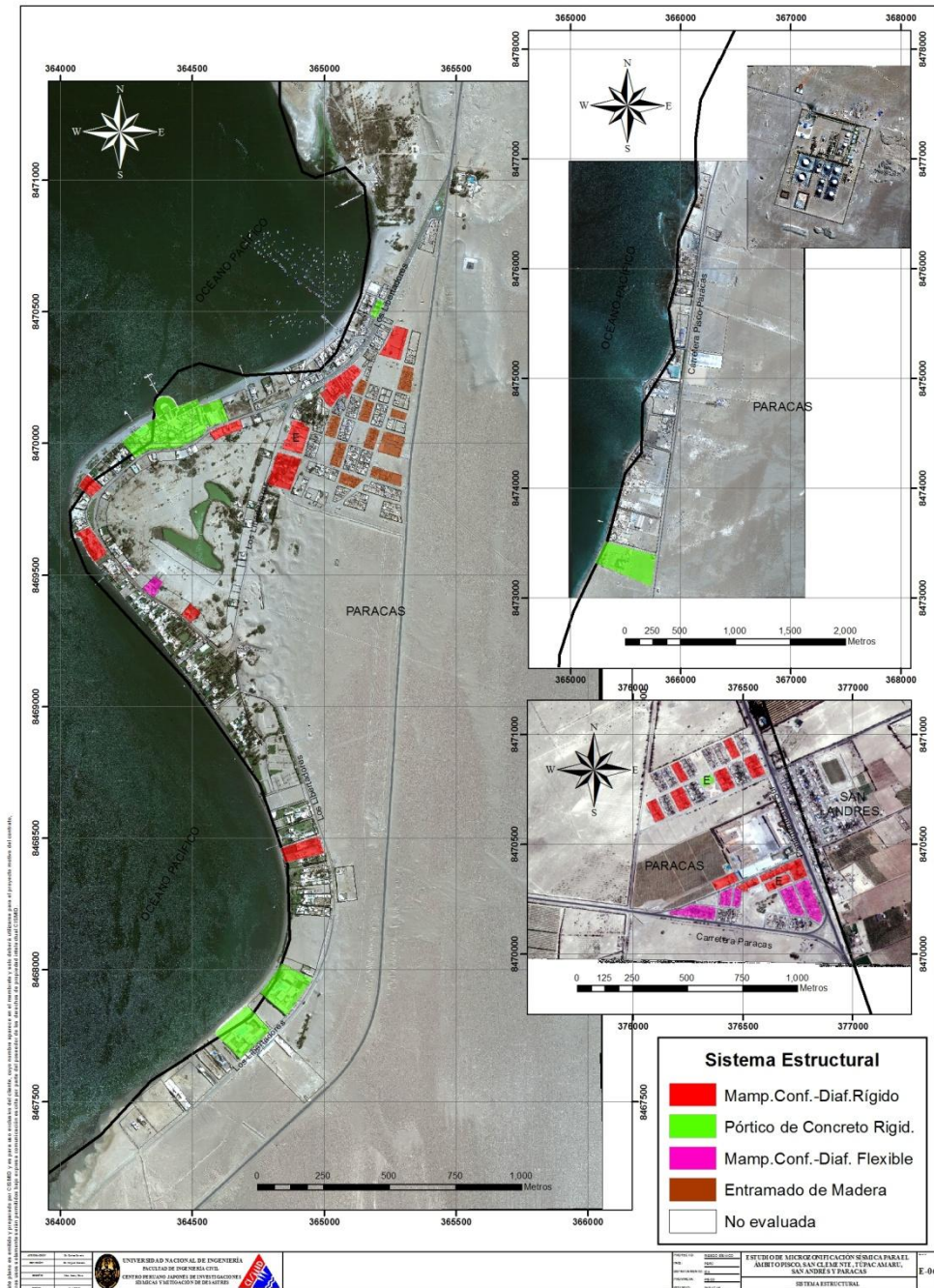


Figura 78. Sistemas estructurales en las edificaciones en el distrito de Paracas.



#### 4.4 Distrito de Túpac Amaru

Para el levantamiento de la información de campo en el distrito de Túpac Amaru, la sectorización se realizó mediante una cuadrícula de 750 m de lado. La toma de datos que se llevó a cabo fue realizada sobre una muestra del total de la cantidad de manzanas identificadas. Para el caso del distrito de Túpac Amaru y de la información obtenida del municipio se identificaron 251 manzanas en el área urbana, de las cuales se levantó la información de 86 manzanas, haciendo que la muestra tenga un tamaño igual al 34% del total de la población (número total de manzanas), como se muestra en la Figura 80.

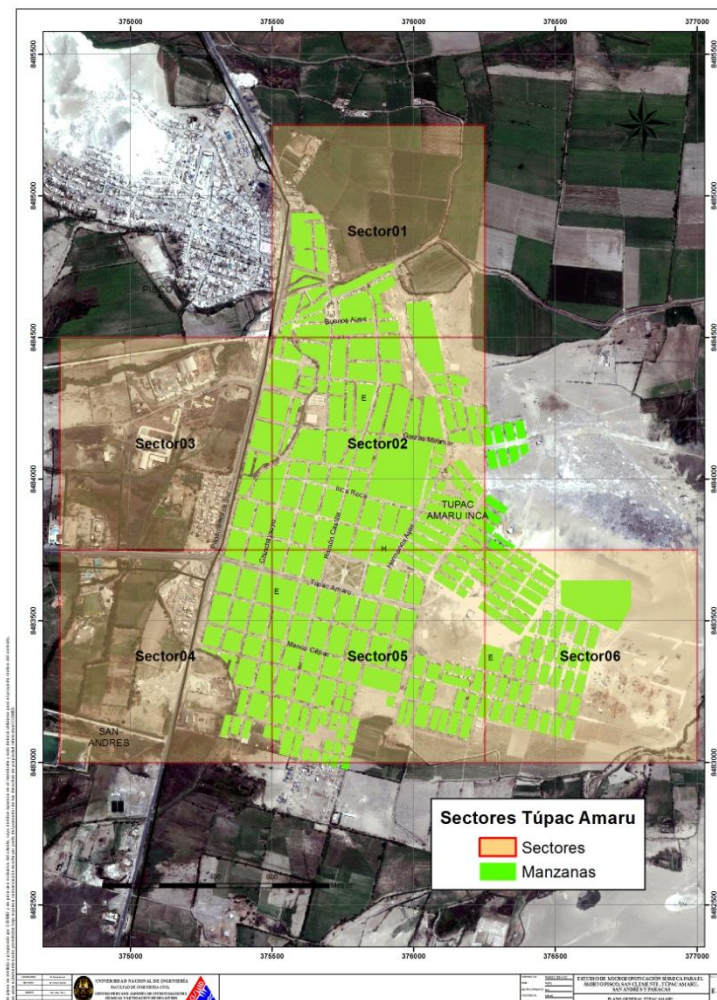


Figura 79. Sectoros del distrito de Túpac Amaru.



Figura 80: Edificaciones evaluadas en el distrito de Túpac Amaru

### Sector 01

Las viviendas en el Sector 01 son en su mayoría de un piso, seguida de viviendas de dos pisos, en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada como se muestra en la Figura 81. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada, con respecto al estado de conservación se considera regular. Durante el recorrido se observaron que la



topografía donde se encuentran las viviendas y calles son con pendientes como se aprecia en la Figura 82.



Figura 81. Viviendas típicas del Sector 01.



Figura 82. Zona en pendiente.

**Edificaciones esenciales:**

- Centro de Salud “Casalla”, es una edificación de un piso en albañilería armada en buen estado de conservación (Ver Figura 83).
- Centro de Salud Túpac Amaru Inca, la estructura es de un piso con pórticos de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería mostrando un buen estado de conservación (Ver Figura 84).
- Comedor Popular “Micaela Bastidas” de la Municipalidad Provincial de Pisco, edificación de dos pisos en albañilería armada en buen estado de conservación (Ver Figura 85).



Figura 83. Centro de Salud Casalla.



Figura 84. Centro de Salud Túpac Amaru Inca.



Figura 85. Comedor Popular Micaela Bastidas.

### **Sectores 02 y 03**

Las viviendas en los Sectores 02 y 03 son en su gran mayoría de un piso, en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada como se muestra en la Figura 86. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada. En general, estado de conservación es regular. Durante el recorrido de la inspección se encontraron algunas viviendas con daños y presencia de humedad en las bases, y que actualmente siguen siendo utilizadas por los pobladores como se muestra en la Figura 87.



Figura 86. Viviendas típicas del Sector 02 y 03.





Figura 87. Viviendas dañadas.

**Edificaciones esenciales:**

- I.E.I. N°191 Casalla “Cooperante Norbert”, edificación de un piso en mampostería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 88).
- I.E. N°22453 Casalla “Francisco Bolognesi Cervantes”, edificación de dos piso con pórticos de concreto rigidizado con mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 89).
- Local Comunal “Vecinos Unidos” y Comedor Popular “Beatita Melchorita”, edificación de un piso en mampostería confinada con bloques de concreto y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 90).
- Iglesia Evangélica Templo La Esperanza, edificación de dos pisos en albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 91).
- Iglesia, Local Multiuso y Salón San Vicente de Paul, edificaciones de uno y dos pisos en mampostería confinada en buen estado de conservación (Ver Figura 92).
- Municipalidad Distrital de Túpac Amaru, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armando rigidizados con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 93).



Figura 88. I.E.I. N°191 “Cooperante Norbert”.



Figura 89. I.E. N°22453 "Francisco Bolognesi Cervantes".



Figura 90. Local comunal y comedor popular.

Figura 91. Templo La Esperanza.



Figura 92. Iglesia, local multiuso y salón San Vicente de Paul.





Figura 93. Municipalidad Distrital de Túpac Amaru.

### **Sector 04 y 05**

Las viviendas en los Sector 04 y 05 son en su mayoría de un piso y seguida de dos pisos; en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada como se muestra en la Figura 94. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada seguidamente son de cobertura ligera. En general, el estado de conservación del sector es regular.



Figura 94. Viviendas típicas del Sector 04 y 05.

Durante la inspección se encontraron algunas viviendas de albañilería construidas de manera informal ya que no cuentan con elementos de confinamiento como se muestra en la Figura 95. En la parte sureste del Sector 05 se observaron manzanas en donde se observaron viviendas de esteras como se muestra en la Figura 96.



Figura 95. Viviendas de albañilería informal.



Figura 96. Viviendas de esteras.

**Edificaciones esenciales:**

- I.E.N°22471 Túpac Amaru Inca – Pisco, edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 97).
- I.E. CAP.FAP. José A. Quiñones G., edificación de dos pisos con pórticos de concreto armado rigidizados con vanos de mampostería en buen estado de conservación (Ver Figura 98).
- Comisaría P.N.P. Túpac Amaru Inca, edificación de dos pisos de albañilería confinada y techo aligerado en buen estado de conservación (Ver Figura 99).
- I.E.P. Peruano Americano, edificación de tres pisos en albañilería confinada y techo de lamina en buen estado de conservación como se muestra en la Figura 100. Se observa que en los dos primeros pisos se utilizó ladrillo sólido mientras que en el último piso ladrillo pandereta y cobertura ligera (Ver Figura 100).



Figura 97. I.E.N°22471 Túpac Amaru Inca – Pisco.



Figura 98. I.E. CAP. F.A.P. José A. Quiñones G.





Figura 99. Comisaría P.N.P. Túpac Amaru Inca.



Figura 100. I.E.P. Peruano Americano.

### **Sector 06**

Las viviendas en los Sector 06 son en su mayoría de un piso, en donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada como se muestra en la Figura 101. El tipo de techo de mayor uso en las viviendas es la losa aligerada. En general, estado de conservación de estas viviendas es bueno. Además se encontraron manzanas con viviendas hechas con esteras en la zona alta del sector como se muestra en la Figura 102. Se encontraron varias torres metálicas para la instalación de antenas de comunicación en el sector como se muestra en la Figura 103.



Figura 101. Viviendas típicas del Sector 06.



Figura 102. Manzanas con viviendas de esteras.



Figura 103. Torres metálicas para antenas de comunicación.

### **Estadística y Mapas temáticos del Distrito de Túpac Amaru**

El distrito de Túpac Amaru es de naturaleza residencial, ya que cuenta con edificaciones que un 82% han sido construidas con albañilería, seguido de un 5% de construcciones de concreto, un 7% de edificaciones de madera en su zona residencial, otros materiales de construcción utilizados que ocupan un 4% de la muestra.

Podemos afirmar que Túpac Amaru es un distrito donde predominan las edificaciones de un piso que representan el 92% de la muestra estudiada, mientras que el remanente de las edificaciones representa el 8% caracterizada por dos pisos. Es decir Túpac Amaru es una ciudad plana donde predominan las edificaciones de 1 y 2 pisos.



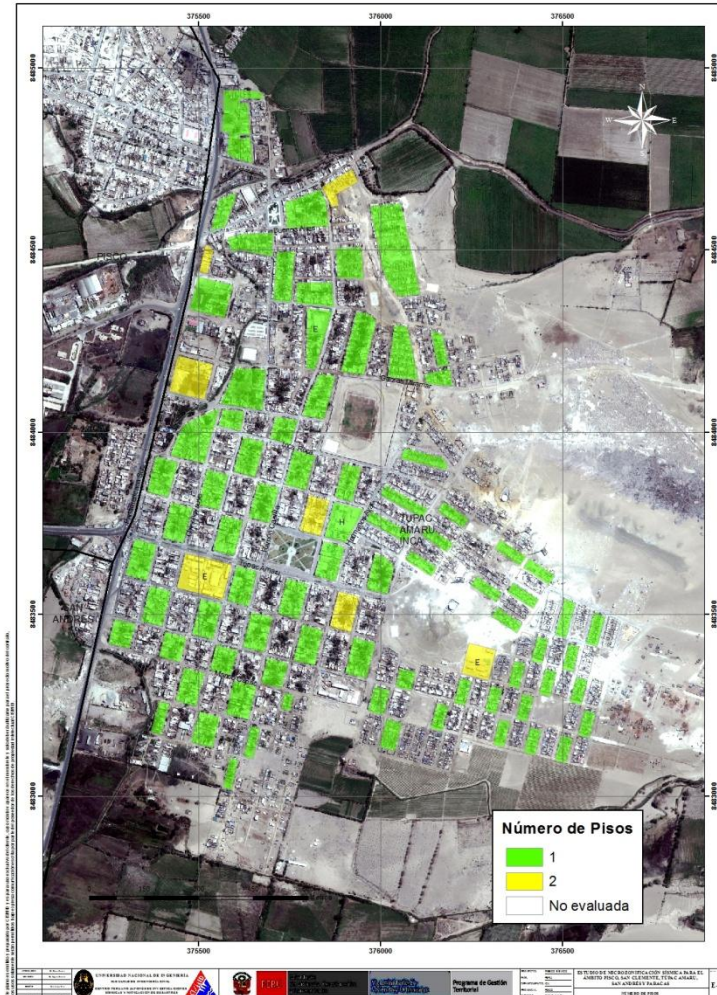


Figura 104: Número de pisos en edificaciones de Túpac Amaru.

Tabla 10: Uso del suelo de las edificaciones de Túpac Amaru.

| USO       | Cantidad | %   |
|-----------|----------|-----|
| Vivienda  | 78       | 92% |
| Educación | 3        | 4%  |
| Salud     | 1        | 2%  |
| Comercio  | 1        | 1%  |
| Viv./Com. | 2        | 2%  |

El uso de las edificaciones es presentado en la Tabla 10, donde puede leerse que el distrito de Túpac Amaru es predominantemente residencial con un 92% de edificaciones usadas como vivienda, seguido de un 4% usado por centros educativos y un 2% que representan edificaciones para instalaciones de salud. Una visión global del uso de las edificaciones en el distrito es mostrado en la Figura 105.



**Tabla 11:** Estado de Conservación de edificaciones en Túpac Amaru

| Estado de Conservación | Cantidad | %     |
|------------------------|----------|-------|
| Bueno                  | 23       | 27.1% |
| Regular                | 54       | 63.5% |
| Malo                   | 8        | 9.4%  |

Las edificaciones en el distrito de Túpac Amaru presentan un estado de conservación regular en un 63.5 % de la muestra estudiada. Existe un 27.1% de edificaciones que se encuentran en un estado de conservación bueno, mientras que el 9.4% de la muestra un estado de conservación malo, tal como se presenta en la Tabla 11 y se ilustra en la Figura 106.

**Tabla 12:** Sistema Estructural en edificaciones de Túpac Amaru

| SISTEMA ESTRUCTURAL                          | Cantidad | %   |
|--|----------|-----|
| Albañilería Confinada con diafragma Rígido   | 59       | 69% |
| Albañilería Confinada con diafragma flexible | 11       | 13% |
| Entramado de madera                          | 10       | 12% |
| Estructuras Industriales/Comerciales         | 1        | 1%  |
| Pórticos de Concreto Rigidizados x Tabiques  | 4        | 5%  |

El sistema estructural predominante en Túpac Amaru es la albañilería estructural con diafragma rígido que representa un 69% de la muestra. El segundo lugar lo ocupa la albañilería confinada con diafragma flexible que representa el 13%, mientras que las edificaciones construidas con entramados de madera representan un 12%. Una visión de la estadística de la muestra se presenta en la Figura 107.



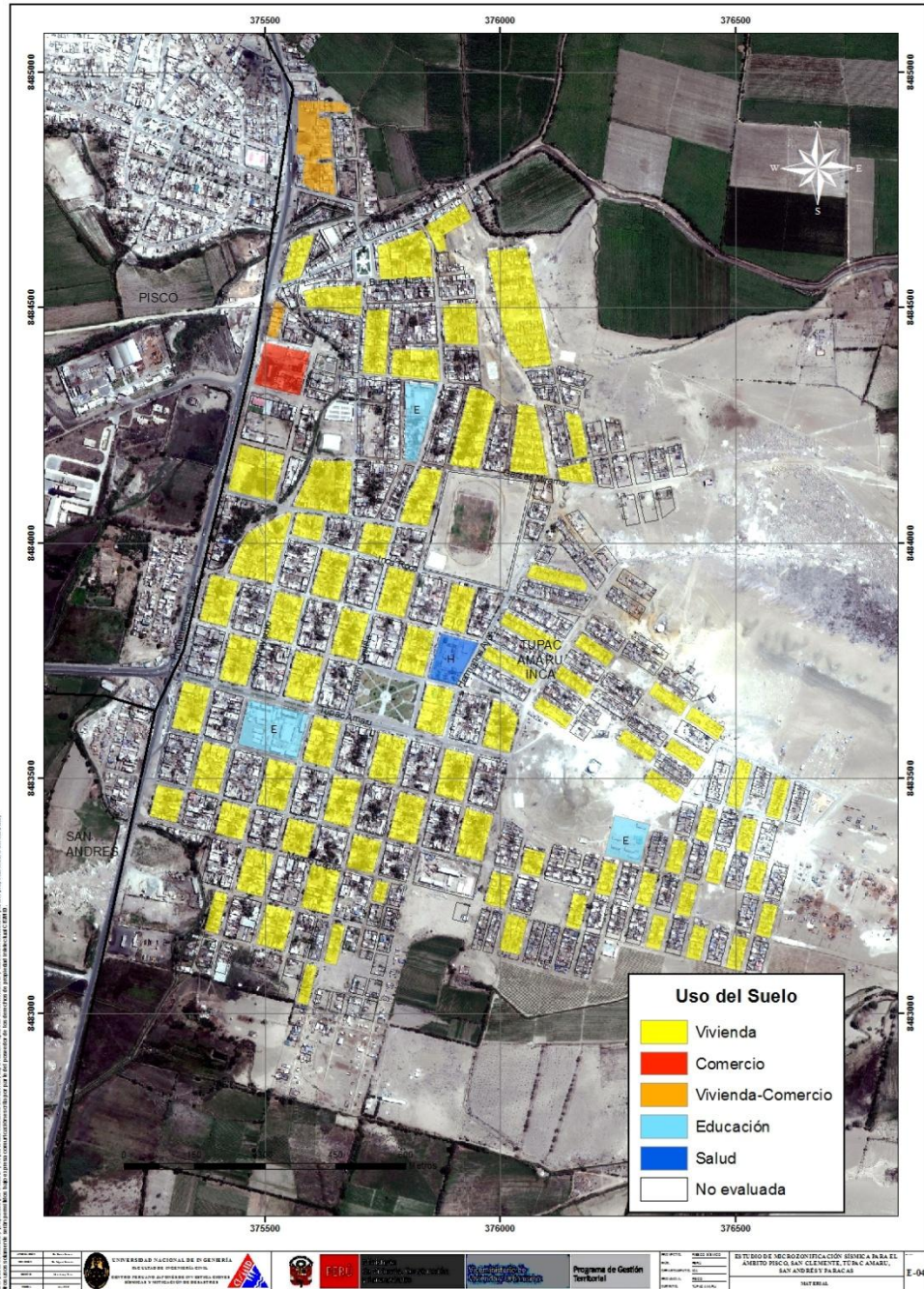


Figura 105. Uso del suelo de las edificaciones de Túpac Amaru.



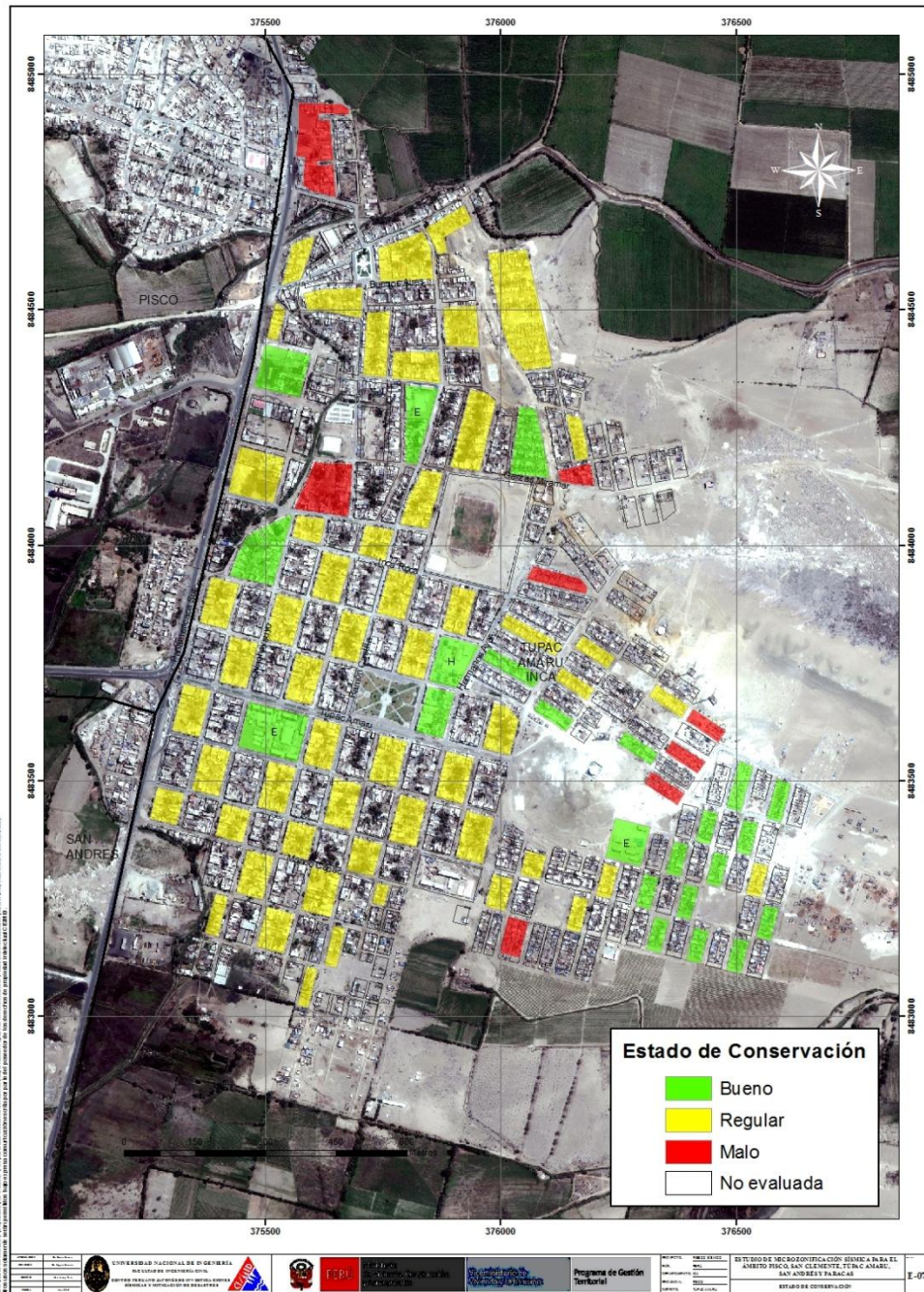


Figura 106. Estado de conservación edificaciones de Túpac Amaru



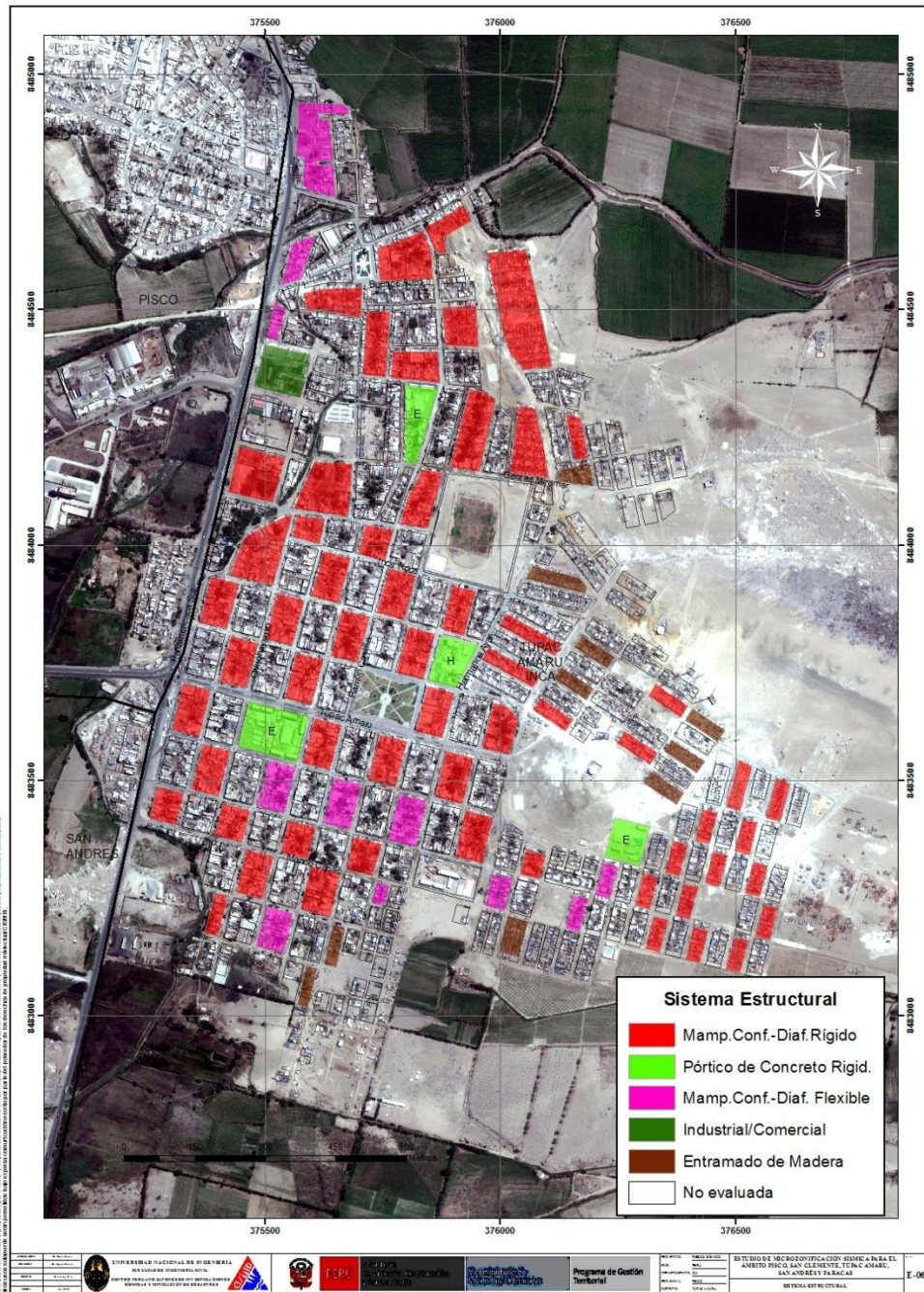


Figura 107. Sistema Estructural de las edificaciones de Túpac Amaru.

#### 4.5 Distrito de Pisco

Para el levantamiento de la información de campo en el distrito de Pisco la sectorización se realizó mediante una cuadrícula de 750 m de lado. La toma de datos que se llevó a cabo fue realizada sobre una muestra del total de la cantidad de manzanas identificadas. Para el caso del distrito de Pisco y de la información obtenida del municipio se identificaron 707 manzanas en el área urbana de los cuales se levantó la información de 247 manzanas, haciendo que la muestra tenga un tamaño igual al 35% del total de la población (número total de manzanas).

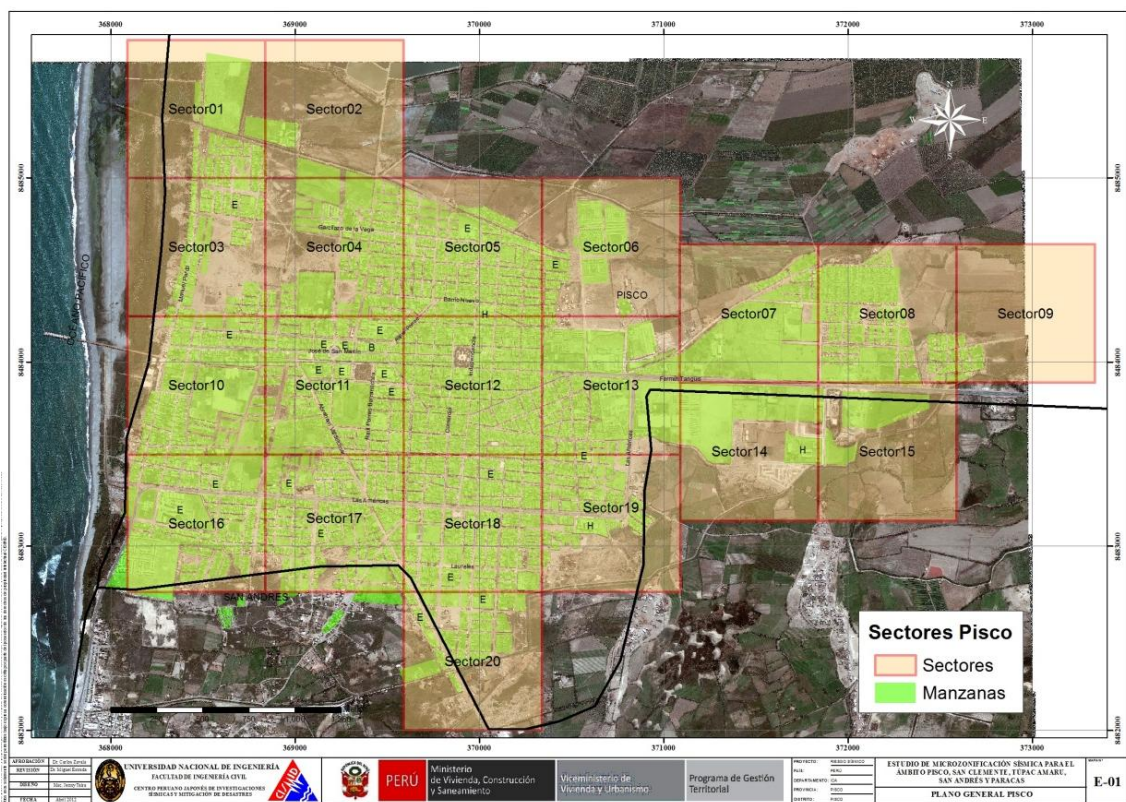


Figura 108: Sectores estudiados en el distrito de Pisco.



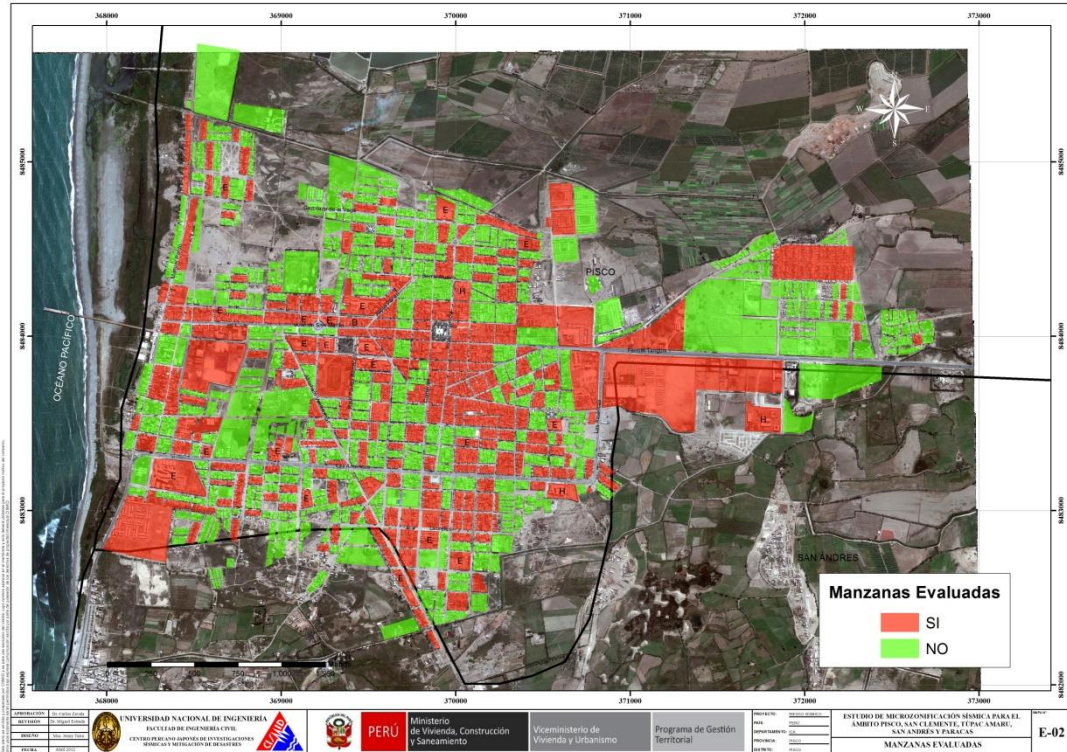


Figura 109: Manzanas con edificaciones estudiadas en Pisco.

**Sector 01**

En el Sector 01 las viviendas son de un piso, donde el sistema estructural predominante es entramado de madera, techo de caña y calamina. En general, en este sector las viviendas son temporales como se puede apreciar en la Figura 110.



Figura 110. Viviendas temporales del Sector 01.

### **Sector 03**

En este sector las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es de módulos de vivienda de tipo drywall o entramado de madera. En general, este sector está en buen estado de conservación (Ver Figura 111).



Figura 111. Viviendas temporales del Sector 03.

Edificaciones esenciales:

- En la zona Este del sector está ubicado el Centro Educativo I.E.I. N° 199, "Miguel Grau", de concreto armado aporcado y vanos rigidizados con muros de mampostería de un piso (Ver Figura 112), de buen estado de conservación.



Figura 112. Centro Educativo I.E.I. N° 199 Miguel Grau".

### **Sector 04**

En el Sector 04 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada. En general, este sector muestra en buen estado de conservación (Ver Figura 113)





Figura 113. Viviendas de albañilería confinada del Sector 04.

### **Sector 05**

En el Sector 05 las viviendas son mayormente de un piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada. En general, este sector está en buen estado de conservación (Ver Figura 114).



Figura 114. Viviendas de albañilería confinada Sector 05.

Además se encontró viviendas donde el sistema estructural es el entramado de madera con cobertura de esteras o tableros aglomerados de madera. En general, este sector está en regular estado de conservación (Ver Figura 115).



Figura 115. Vistas de viviendas del Sector 05.



Edificaciones esenciales:

- En la zona norte del sector está ubicado el Centro Educativo I.E.N. 22454 “Miguel Grau Seminario”, de concreto armado aporcado y vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 116) el mismo que se encuentra en buen estado de conservación.



Figura 116. Vistas del Centro Educativo I.E.N. 22454 “Miguel Grau Seminario”.

### **Sector 06**

En el Sector 06 se encontraron viviendas de dos pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada. En general, las viviendas de albañilería están en buen estado de conservación como se muestran en la Figura 117, apreciándose que se trata de zonas urbanas recientemente habilitadas.



Figura 117. Vistas de las viviendas en el Sector 06.

También se observó en la inspección que están construyendo viviendas o módulos de viviendas de un piso con el sistema de muros de ductilidad limitada (Ver Figura 118).





Figura 118. Vistas de las viviendas con muros de ductilidad limitada.

### **Sector 08 y 09**

En el sector 08 y 09 hay edificaciones de viviendas, donde el sistema estructural es el entramado de madera con cobertura de esteras o tableros aglomerados de madera. En general, este sector está en mal estado de conservación (Ver .Figura 119).



Figura 119. Vista del tipo de viviendas del sector 08 y 09.

En el Sector 08 además en la zona sureste, hay viviendas de 01 piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada. Estas viviendas de albañilería están en buen estado de conservación.

### **Sector 10**

En el Sector 10 hay viviendas de 01 y 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada. Estas viviendas de albañilería están en promedio en buen y regular estado de conservación (Ver Figura 120). Así mismo se observó que existen viviendas donde el sistema estructural es de tipo Drywall, con un buen estado de conservación (Ver Figura 121).



Figura 120. Vistas de las viviendas del sector 10.



Figura 121. Vistas de las viviendas de drywall del sector 10.

### **Sector 11**

En el Sector 11 la mayoría de las viviendas son de 01 piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada. De estas viviendas de albañilería algunas están en buen estado de conservación y otras en regular estado de conservación (Ver Figura 122).



Figura 122. Vistas de las viviendas del sector 11.





**Edificaciones esenciales:**

- C.E. Santa Luisa de Marillac, de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 123) en regular estado de conservación.
- C.E. José de la Torre Ugarte de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 124 en buen estado de conservación.
- C.E. Pedro Pablo Castro Pelaez, de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 125) en regular estado de conservación.
- I.E.I. 182, de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería, en buen estado de conservación (Ver Figura 126).
- C.E. “Bandera del Perú”, de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería en buen estado de conservación (Ver Figura 127).



Figura 123. Vista del Centro Educativo Santa Luisa de Marillac.



Figura 124. Vista del Centro Educativo C.E. José de la Torre Ugarte.



Figura 125. Vista del Centro Educativo C.E. Pedro Pablo Castro Pelaez.



Figura 126. Vista del Centro Educativo Inicial I.E.I. 182.



Figura 127. Vista del Centro Educativo C.E. "Bandera del Perú".

### **Sector 12**

En el Sector 12 la mayoría de las viviendas son de de 01 piso y de 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, así como se puede observar en la Figura 128. De estas viviendas de albañilería algunas están en buen estado de conservación y otras en regular estado de conservación. También se observó viviendas de material liviano tal como madera aglomerada o sistema drywall y con un muro de albañilería como cerco en la fachada.





Figura 128. Vista de las viviendas del sector 12 de Pisco.

#### Edificaciones esenciales:

- C.E. Divino Niño Jesús, de 02 pisos, sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada (Ver Figura 129), en regular estado de conservación.

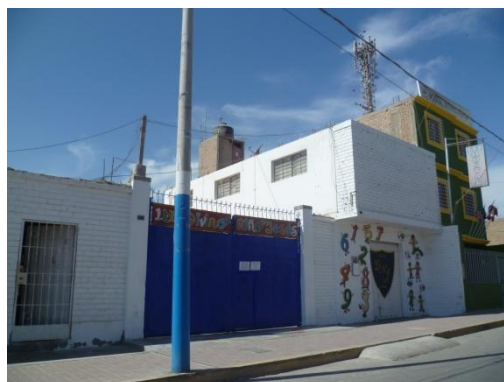


Figura 129. Vista del Centro Educativo C.E. Divino Niño Jesús -Pisco.

### **Sector 13**

En el Sector 13 la mayoría de las edificaciones son de de 01 piso y de 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, el uso es vivienda y vivienda comercio. Estas edificaciones de albañilería están en buen estado de conservación (Ver Figura 130).



Figura 130. Vista de las viviendas del sector 13 de Pisco.

Este sector se encuentra edificaciones industriales, con muros perimétricos de albañilería confinada como se muestran en la siguiente Figura 131.



Figura 131. Vista de las edificaciones industriales del sector 13 de Pisco.

### **Sector 14**

Este sector se encuentra edificaciones industriales, de las cuales solo se observan los muros perimétricos de albañilería confinada como muestra la siguiente Figura 132. Estas edificaciones muestran un buen estado de conservación.





Figura 132. Vista de las edificaciones industriales del sector 14 de Pisco.

#### **Edificaciones esenciales:**

- Hospital San Juan: En la zona Este del sector está ubicado el Hospital San Juan, es una edificación de concreto armado aporricado con vanos rigidizados con muros de mampostería. Este sector se encuentra en buen estado de conservación, como se observa en la Figura 133.



Figura 133. Hospital San Juan

#### **Sector 16**

En el Sector 16 la mayoría de las edificaciones son viviendas donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, la mayoría de 01 piso en buen estado de conservación, seguidos de viviendas de 01 piso y de dos pisos en regular estado de conservación.



Figura 134. Vista de las edificaciones industriales del sector 16 de Pisco.

**Edificaciones esenciales :**

- C.E. “Jose de San Martin”, Es una edificación de 2 niveles aporcada y rigidizada con muros de mampostería. No hay presencia de fisuras y su estado de conservación es bueno (Ver Figura 135).
- Centro educativo de 3 niveles aporcada y rigidizada con muros de mampostería, su estado de conservación es bueno (Ver Figura 136).



Figura 135. Vista del centro educativo C.E. “Jose de San Martin” del sector 16 de Pisco.



Figura 136. Vista del centro educativo del sector 16 de Pisco



### **Sector 17**

En el Sector 17 la mayoría de las edificaciones son viviendas donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, la mayoría de 02 pisos en buen estado de conservación, seguidos de viviendas de 01 piso en regular estado de conservación como se ve en la Figura 137.



Figura 137. Vista de las edificaciones del sector 17 de Pisco.

### **Edificaciones esenciales:**

- Instituto “SENATI”, Es una edificación de 2 niveles aporticada y rigidizada con muros de mampostería. No hay presencia de fisuras y su estado de conservación es bueno (Ver Figura 138).
- C.E.P. “Emilia Barcia Bonifatti”, de concreto armado aporticado y vanos rigidizados con muros de mampostería en buen estado de conservación.



Figura 138. Vista del SENATI del sector 17 de Pisco.



Figura 139. Vista del C.E.P. "Emilia Barcia Bonifatti", del sector 17 de Pisco.

### **Sector 18**

En el Sector 18 la mayoría de las edificaciones son de de 01 piso y de 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, el uso es vivienda y vivienda comercio. De estas viviendas de albañilería algunas están en buen estado de conservación y otras en regular estado de conservación (Ver Figura 140).



Figura 140. Vista de las edificaciones del sector 18 de Pisco.

### **Edificaciones esenciales:**

- C.E. "Pisco", de concreto armado aporcado y vanos rigidizados con muros de mampostería. Ubicado en la parte sur del sector (Ver Figura 141) cuyo estado de conservación es bueno.





Figura 141. Vista de Centro Educativo C.E. "Pisco"- sector 18 de Pisco.

### **Sector 19**

En el Sector 19 la mayoría de las edificaciones son de de 01 piso y de 02 pisos, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, el uso es vivienda. De estas viviendas de albañilería algunas están en buen estado de conservación y otras en regular estado de conservación (Ver Figura 142).



Figura 142. Vista de las viviendas del sector 19 de Pisco.

### **Edificaciones esenciales:**

- En la zona este del sector está ubicado el Hospital de ESSALUD de Pisco, es una edificación de concreto armado aporticado con vanos rigidizados con muros de mampostería (Ver Figura 143), que muestra un buen estado de conservación.



Figura 143. Vista del Hospital de ESSALUD en sector 19 de Pisco.

## **Sector 20**

En el Sector 20 la mayoría de las edificaciones son de de 01 piso, donde el sistema estructural predominante es la albañilería confinada de ladrillo artesanal sólido y losa aligerada, con un uso predominante como vivienda. De estas viviendas de albañilería la mayoría está en buen estado de conservación, como se aprecia en la Figura 144.



Figura 144. Vista viviendas del sector 20 de Pisco.

### **Edificaciones esenciales:**

- CEI María E Pacheco de Tizón: Es una edificación de un solo piso destinada al uso de nido para niños pequeños. El sistema estructural predominante es mampostería de relleno con pórticos de concreto en una dirección en regular estado de conservación.



Figura 145. Vista del Nido IEI No.206 en sector 20 de Pisco.

### Estadística y Mapas temáticos del Distrito de Pisco

Basado en la información recopilada en campo, se pudo analizar estadísticamente la muestra levantada a fin de poder generar mapas temáticos y estadísticas a partir de los resultados.

Del análisis de la muestra podemos mencionar que las viviendas del distrito están construidas predominantemente en albañilería, representando este material al 76% de las edificaciones del distrito. Seguidamente en el distrito de Pisco encontramos que el concreto armado representa el 13% de las edificaciones en esta área, mientras que las edificaciones de madera representan un 6%. Por otro lado se pudo identificar que el 61% de las edificaciones son de un piso, mientras que el 38% de las edificaciones son de dos pisos y un 1% de edificaciones de 3 pisos.



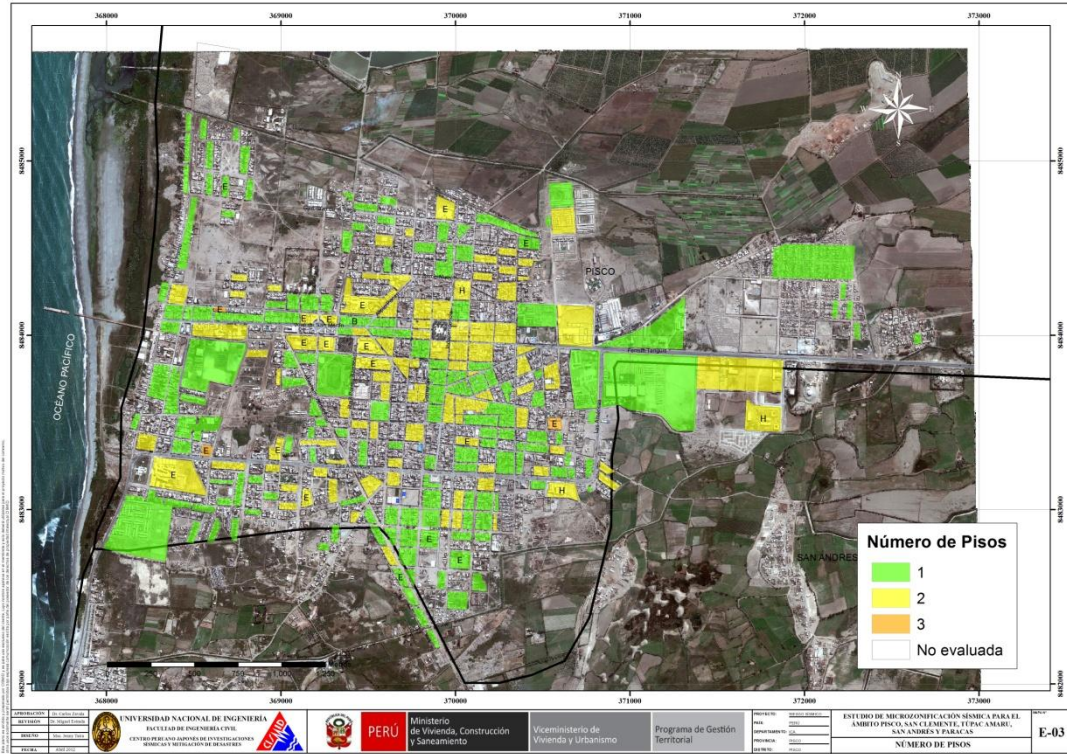


Figura 146. Número de pisos en edificaciones de Pisco

El uso de las edificaciones es presentado en la Tabla 13, donde puede leerse que el distrito de Pisco es predominantemente residencial con un 81% de edificaciones usadas como vivienda, seguido de un 8.1% de edificaciones que son usadas como centros educativos, seguidas de un 5.3% de edificaciones de uso comercio. Una visión global del uso de las edificaciones en el distrito es mostrado en la

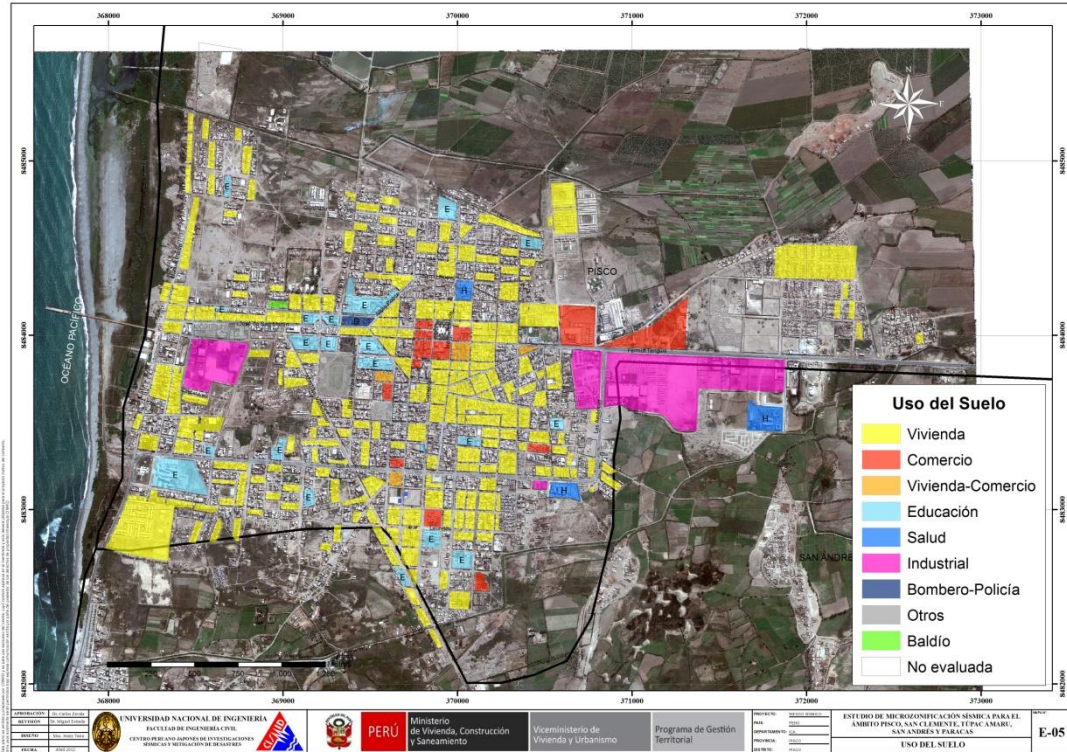


Figura 147 .

**Tabla 13: Uso de las edificaciones en Pisco**

| USO        | Cantidad | %     |
|------------|----------|-------|
| Vivienda   | 200      | 81.0% |
| Viv./Com.  | 4        | 1.6%  |
| Educación  | 20       | 8.1%  |
| Comercio   | 13       | 5.3%  |
| Industrial | 5        | 2.0%  |
| Salud      | 3        | 1.2%  |
| Polic/Bomb | 1        | 0.4%  |
| Baldío     | 1        | 0.4%  |



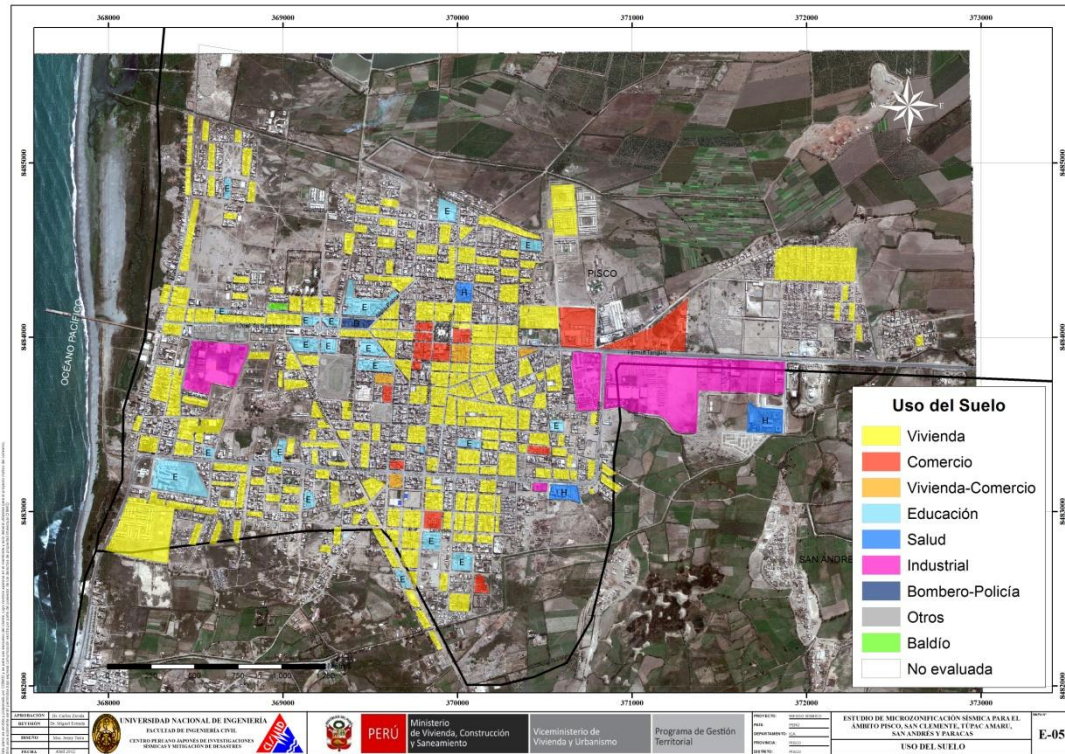


Figura 147: Uso de las edificaciones en Pisco

En el distrito de San Pisco se encontró que un 59.8% de las edificaciones se encuentran en buen estado de conservación, mientras que el 33.8% de las edificaciones evaluadas se encuentra en regular estado de conservación. Además se encontró que el 6.4% de las edificaciones se encuentra en mal estado de conservación en este distrito, tal como se muestra en la Tabla 14 .



En

la

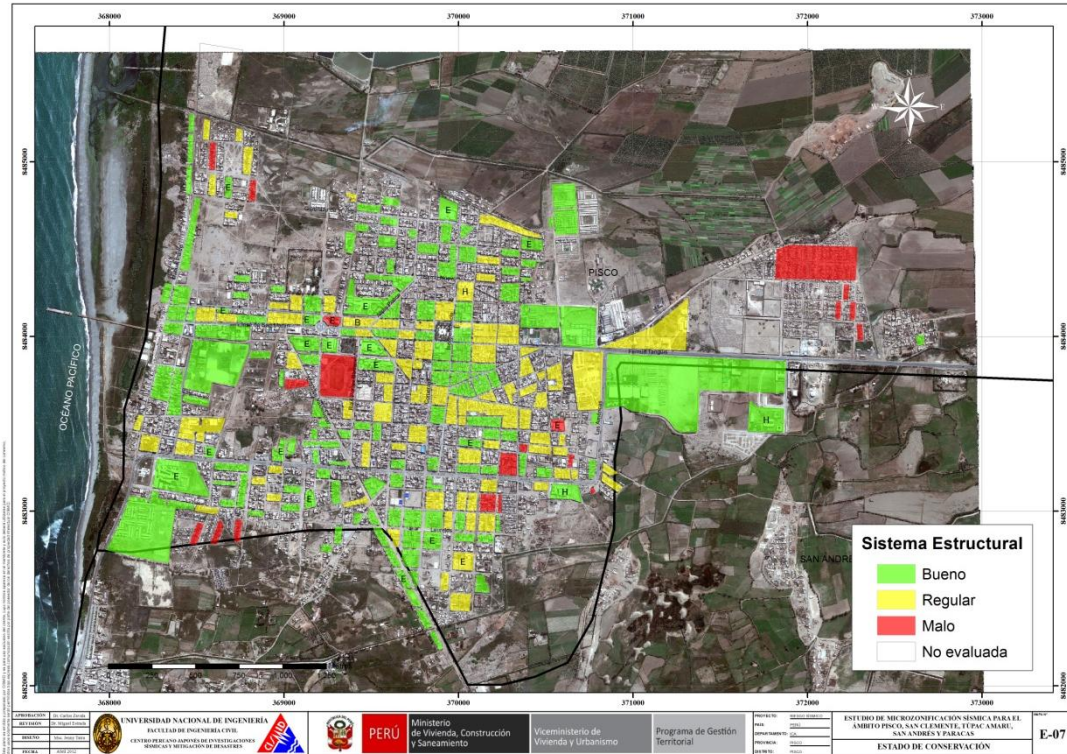


Figura 148, se presenta el estado de conservación de las edificaciones que componen la muestra evaluada.

**Tabla 14.** Estado de conservación edificaciones en Pisco

| Estado de Conservación | Cantidad | %     |
|------------------------|----------|-------|
| Bueno                  | 141      | 57.1% |
| Regular                | 86       | 34.8% |
| Malo                   | 20       | 8.1%  |

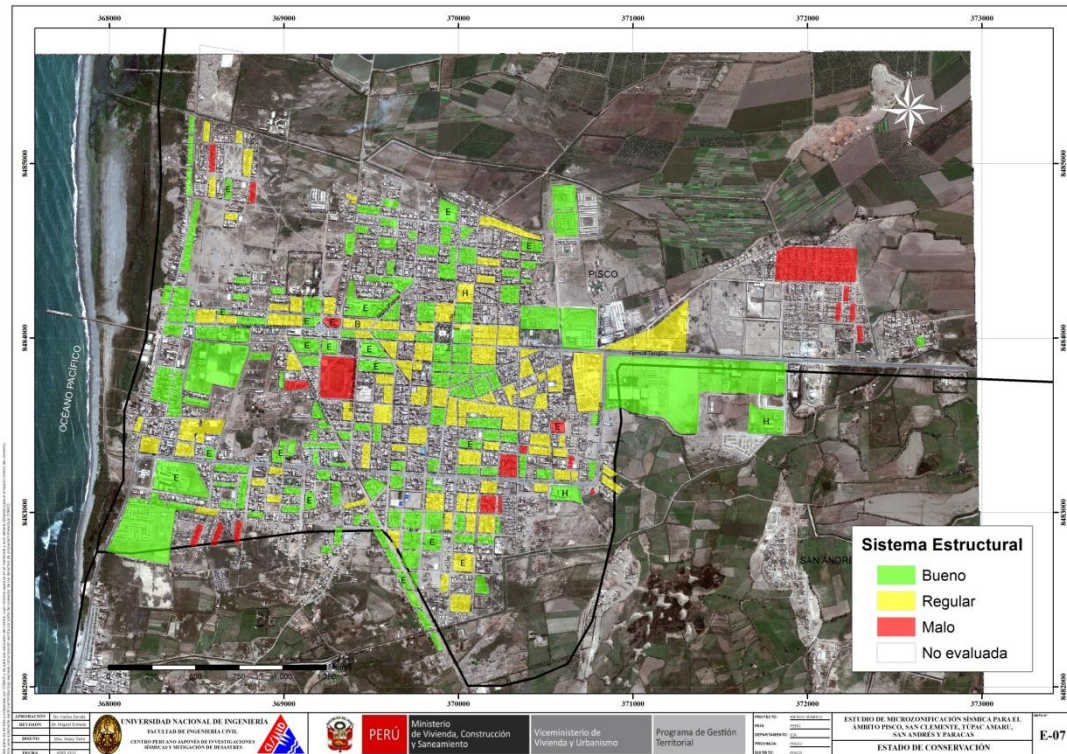


Figura 148. Estado de conservación de las edificaciones en Pisco.

El sistema estructural predominante en el distrito de Pisco es la albañilería confinada con diafragma rígido, que representa el 72%, seguido por los pórticos de concreto armado rigidizados por tabiquería de ladrillo, que representan un 11% de la muestra. En la Tabla 15 se presentan los sistemas estructurales de edificaciones utilizados en el distrito de Pisco, asimismo en la muestra la ubicación de estos sistemas georeferenciado.

**Tabla 15:** Sistemas Estructurales de Edificaciones de Pisco.

| <b>SISTEMA ESTRUCTURAL</b>                   | <b>Cantidad</b> | <b>%</b> |
|--|-----------------|----------|
| Albañilería Confinada con diafragma Rígido   | 179             | 72%      |
| Albañilería Confinada con diafragma flexible | 5               | 2%       |
| Construcción Informal de albañilería         | 3               | 1%       |
| Entramado de madera                          | 17              | 7%       |
| Estructura de concreto con placas            | 3               | 1%       |
| Estructuras industriales                     | 1               | 0.4%     |
| Portico de Concreto                          | 2               | 0.8%     |
| Pórticos de Concreto Rigidizados x Tabiques  | 27              | 11%      |



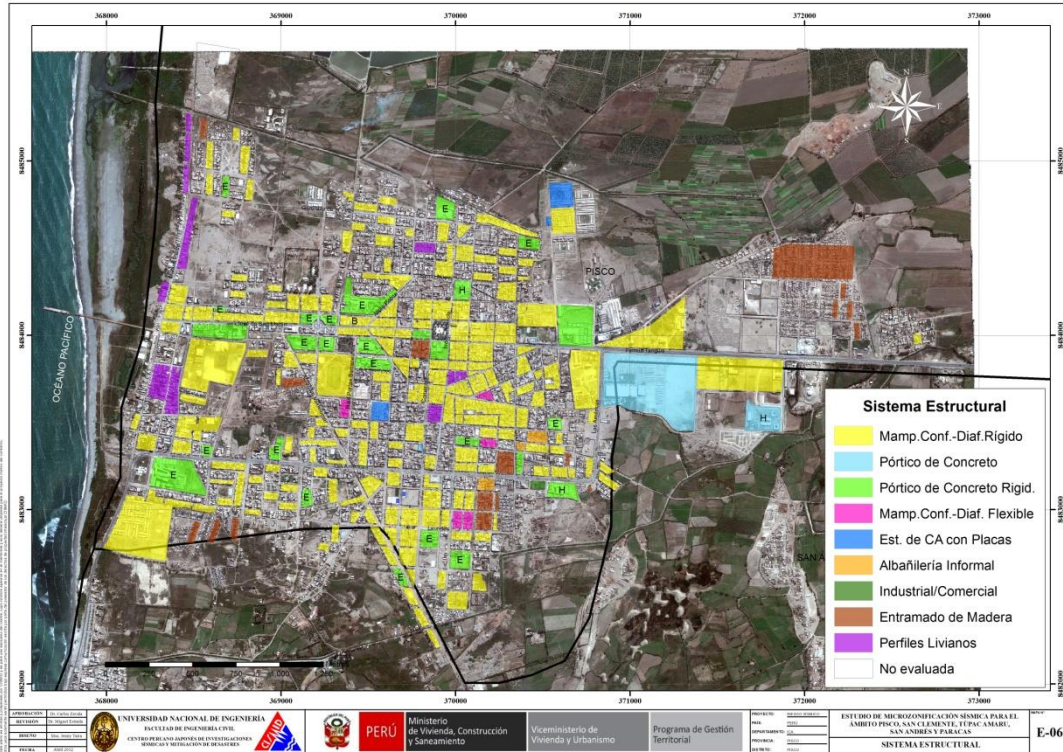


Figura 149: Sistemas Estructurales usados en el distrito de Pisco

## 5 EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE EDIFICACIONES

### Conceptos Generales

La determinación de la vulnerabilidad sísmica de una edificación es el grado de susceptibilidad de daño ante la ocurrencia de un terremoto. Conociendo este grado, que generalmente es expresado como edificación en buen estado, edificación regular, edificación en mal estado y edificación colapsada, es cuantificar el daño.

### Formas de Evaluación

Su evaluación puede realizarse básicamente usando dos criterios: método determinística y método por criterio.

### Método Determinístico

El método determinístico se basa en un estudio detallado de la estructura. Este estudio se basa en la evaluación mediante una inspección, toma de muestra de materiales, medición de la vibración en la estructura, auscultación de la cimentación, verificación de profundidad del cimiento y la modelación matemática de la estructura a través de programas especializados competentes, para producir un diagnóstico de la respuesta sísmica y encontrar si la edificación resistirá las fuerzas y desplazamientos inducidos por el terremoto.





### Método por Criterio

El método por criterio o método empírico está basado, en simplificaciones dadas por la experiencia y desarrolladas por expertos con la finalidad de a través de un cuestionario y una lista de verificación de parámetros que son usados como entradas a curvas, funciones, o simuladores de la respuesta sísmica, con el fin de dar un diagnóstico de su estado luego del evento.

### Método adoptado para el análisis de la muestra en el presente estudio

Considerando la muestra de manzanas y lotes representativos se implementó una base de datos con la finalidad de determinar mediante el uso del método de estimación rápida de la respuesta sísmica de edificaciones [3] y [4], basado en la metodología propuesta por Miranda [2] para la estimación rápida de desplazamientos máximos y distorsiones de entrepiso, que ha sido adaptado en el CISMID para estudios de vulnerabilidad sísmica en edificaciones con tipologías propias del Perú.

Este método se basa en el diagnóstico de la respuesta sísmica de las edificaciones, considerando las aceleraciones máximas del terreno según los resultados del estudio del peligro sísmico presentado en el Anexo adjunto a este informe y el catálogo de tipologías de edificaciones representativas del distrito. Con este propósito se consideran variables claves como aceleración de demanda sísmica, material de la edificación, número de pisos, sistema estructural predominante y otros datos recabados en el levantamiento de campo lote a lote en la ciudad. Seguidamente se utiliza la metodología de índices  $\beta_i$ , que considera que la respuesta sísmica de una estructura se encuentra en base al producto de los índices  $\beta_i$  por el desplazamiento espectral ( $S_d$ ) para el periodo predominante de la estructura entre la altura del edificio ( $H$ ), dando una aproximación de la distorsión del entrepiso:

$$\left( \frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right) = \frac{\beta_1 \beta_2 \cdot \beta_3 \beta_4}{H} S_d$$

El índice  $\beta_1$ , es una aproximación al factor de participación dado como una función del número de pisos:

$$\beta_1 = \frac{3N}{2N + 1}$$

El índice  $\beta_2$ , relaciona la aproximación de la distorsión máxima en la aproximación contra la distorsión en un sistema real:

$$\beta_2 = \frac{\max \left( \frac{\Delta \delta_j}{h_j} \right)}{\left( \frac{U_r}{H} \right)}$$



El índice  $\beta_3$ , relaciona la fuerza de respuesta con la sobre resistencia como función de la ductilidad asignada a cada tipología estructural:

$$\beta_3 = \frac{U^x + \Delta U^x}{U} = \frac{F^x \cdot \mu}{F}$$

El índice  $\beta_4$ , produce una aproximación de la relación existente entre la distorsión inelástica y la distorsión elástica, que expresan una medida de ductilidad:

$$\beta_4 = \frac{\varphi_{inelastico}}{\varphi_{elastico}}$$

El periodo que sirve de base en el diagnóstico, es dependiente de la tipología estructural y del número de pisos, que produce una diagnosis del desplazamiento y distorsiones de cada piso. De esta manera se estiman las distorsiones de entrepiso que diagnostican el estado de la edificación basado en los límites de distorsión máxima de la norma de diseño sismorresistente NTE-030-RNE y ajustada en base a los datos de experimentación muros, paneles y módulos a escala natural ensayados en CISMID a lo largo de sus 25 años de experiencia de laboratorio.

Este procedimiento fue automatizado utilizando el programa SRSND presentado en [5], el mismo que produjo tanto la respuesta sísmica de la edificación representativa de la manzana de la muestra, así como el nivel de daño esperado para el escenario sísmico de demanda propuesto. Los resultados fueron implementados con el sistema GIS para producir los resultados esperados en los productos.

A continuación presentamos los niveles de daño, que sirven para la clasificación de la vulnerabilidad en las edificaciones de los distritos estudiados.

#### Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Alto:

Son edificaciones con gran probabilidad de falla total o de daños muy graves que hagan difícil su reparación (con un daño severo probable donde su costo de reparación sea superior o igual 85% de su valor), además de implicar peligro de muerte o heridos graves para sus ocupantes. Por ejemplo:

- Edificaciones de adobe antiguas debilitadas por la humedad, erosión, o sismos anteriores; y ubicados sobre suelos flexibles.
- Edificaciones de ladrillo sin refuerzo ni confinamiento, con poca densidad de muros; ubicados sobre suelos blandos.
- Muros altos de ladrillo o adobe, de poco espesor y sin ningún arriostre.
- Edificaciones construidas con materiales inestables y provisionales, sin ningún tipo de arriostramiento o refuerzo vertical u horizontal.
- Edificaciones con configuración en planta irregular.
- Techos o coberturas en mal estado de conservación.
- Edificaciones en laderas de los cerros, donde su cimentación generalmente se apoya en muros de contención de piedra (pircas secas) no recomendables para tomar fuerzas de sismo.



#### **Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Medio:**

Son edificaciones donde se pueden producir daños importantes, que aunque no colapsen las estructuras, es difícil su utilización sin ser reparadas, estimándose su costo de reparación entre el 30 y 60% de su valor. Pueden producirse accidentes por caídas de bloques de albañilería o concreto, rotura, etc. Por ejemplo:

- Edificaciones de ladrillo con defectos de estructuración, que provoque concentración de esfuerzos en algunos puntos.
- Construcciones de adobe bien estructurado, de un solo piso y construido en terreno flexible.
- Construcciones con muros de ladrillo bien estructurado pero con coberturas en mal estado, que signifique algún riesgo.

#### **Edificaciones con Nivel de Vulnerabilidad Bajo:**

Son edificaciones donde se estiman se producirán daños menores o leves. El sistema estructural conserva sin mayor peligro, gran parte de su resistencia y puede aún seguir siendo utilizado. Por ejemplo:

- Edificaciones de ladrillo con columnas de concreto armado, o acero, diseñadas de acuerdo a normas de diseño sísmico, con materiales de buena calidad, buena mano de obra, e inspección rigurosa.
- Edificaciones regulares de concreto con muros de corte o edificaciones regulares con pórticos de concreto con cajas de escalera y ascensor de concreto con existencia de muros de concreto y/o albañilería.

En la Figura 150, Figura 151, Figura 152, Figura 153 y Figura 154 se representa la vulnerabilidad de las edificaciones evaluadas, considerando los criterios antes expuestos, para los niveles de daño identificados, en el distrito de Pisco, Paracas, San Clemente, San Andrés y Túpac Amaru respectivamente. Se ha considerado un escenario de un sismo de aceleración máxima de  $371 \text{ cm/seg}^2$  ( $0.371g$ ) sobre los distritos mencionados.



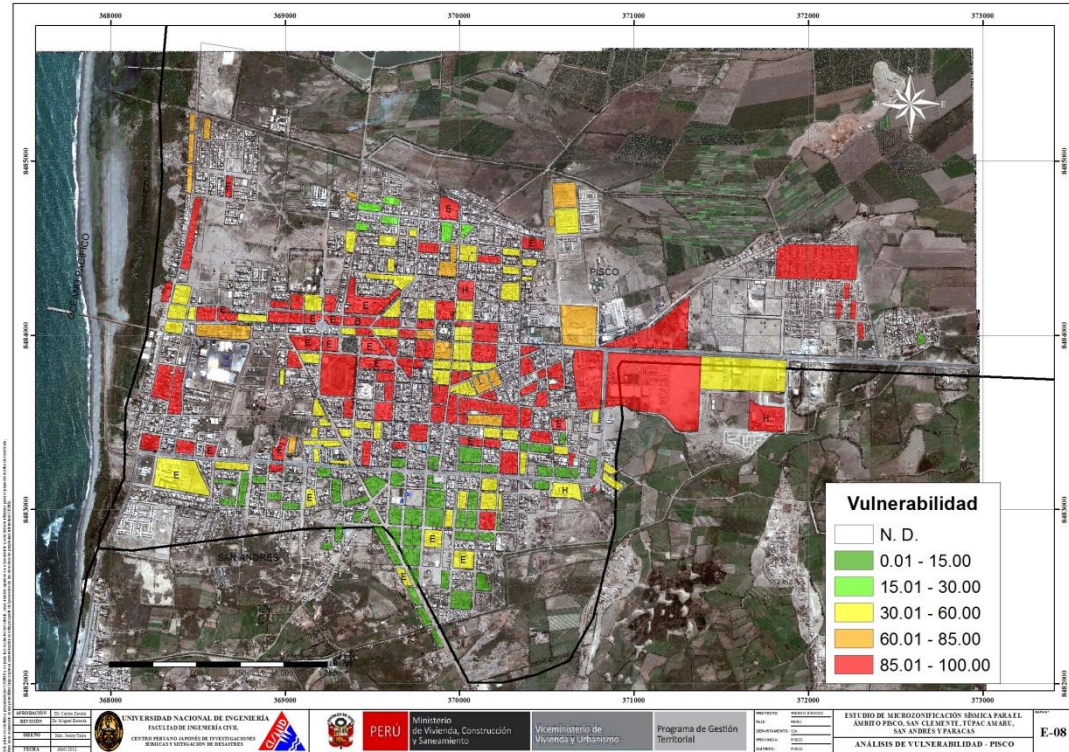


Figura 150: Mapa de vulnerabilidad de edificaciones en Pisco.

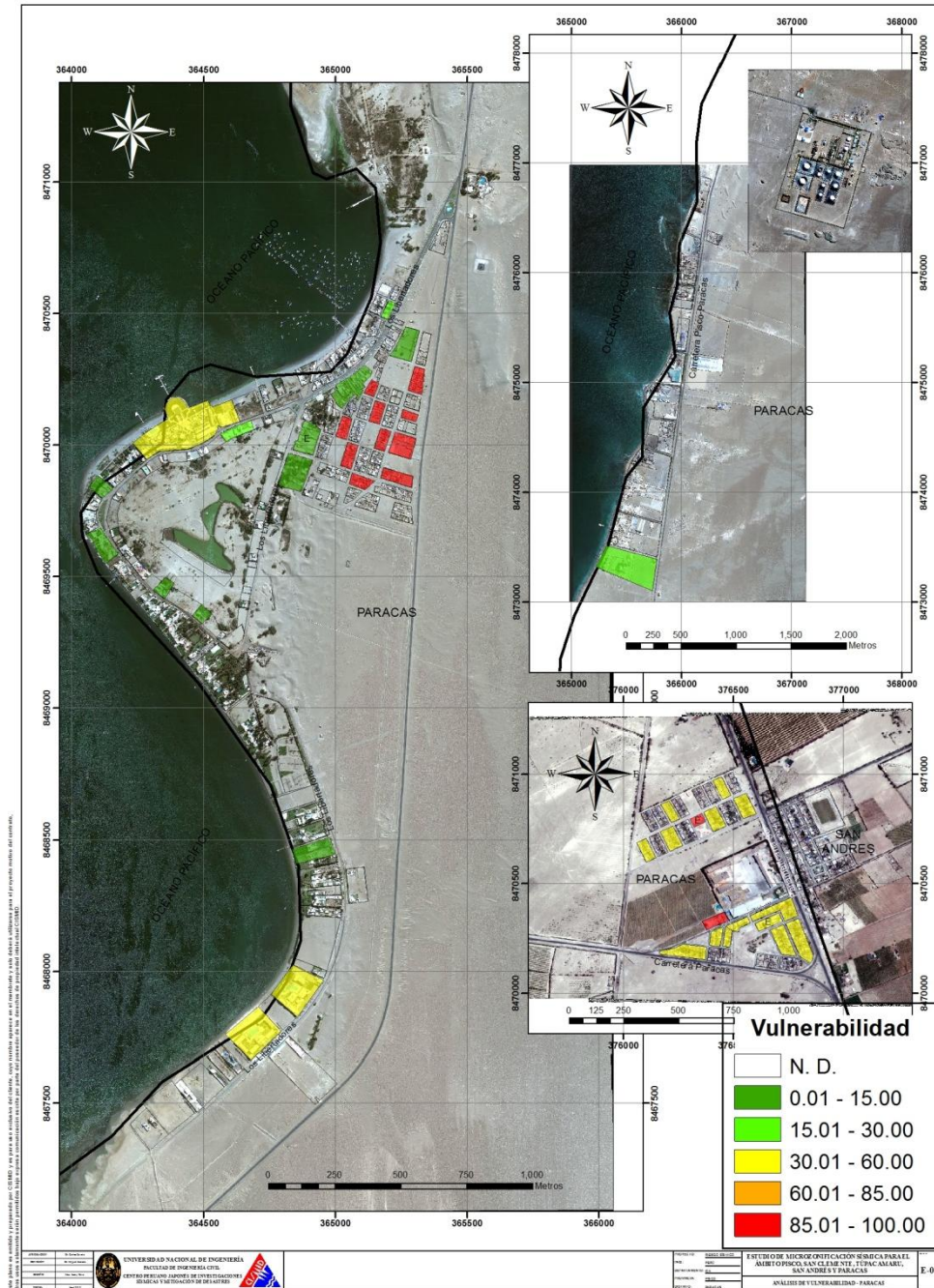


Figura 151: Mapa de vulnerabilidad de edificaciones en Paracas.



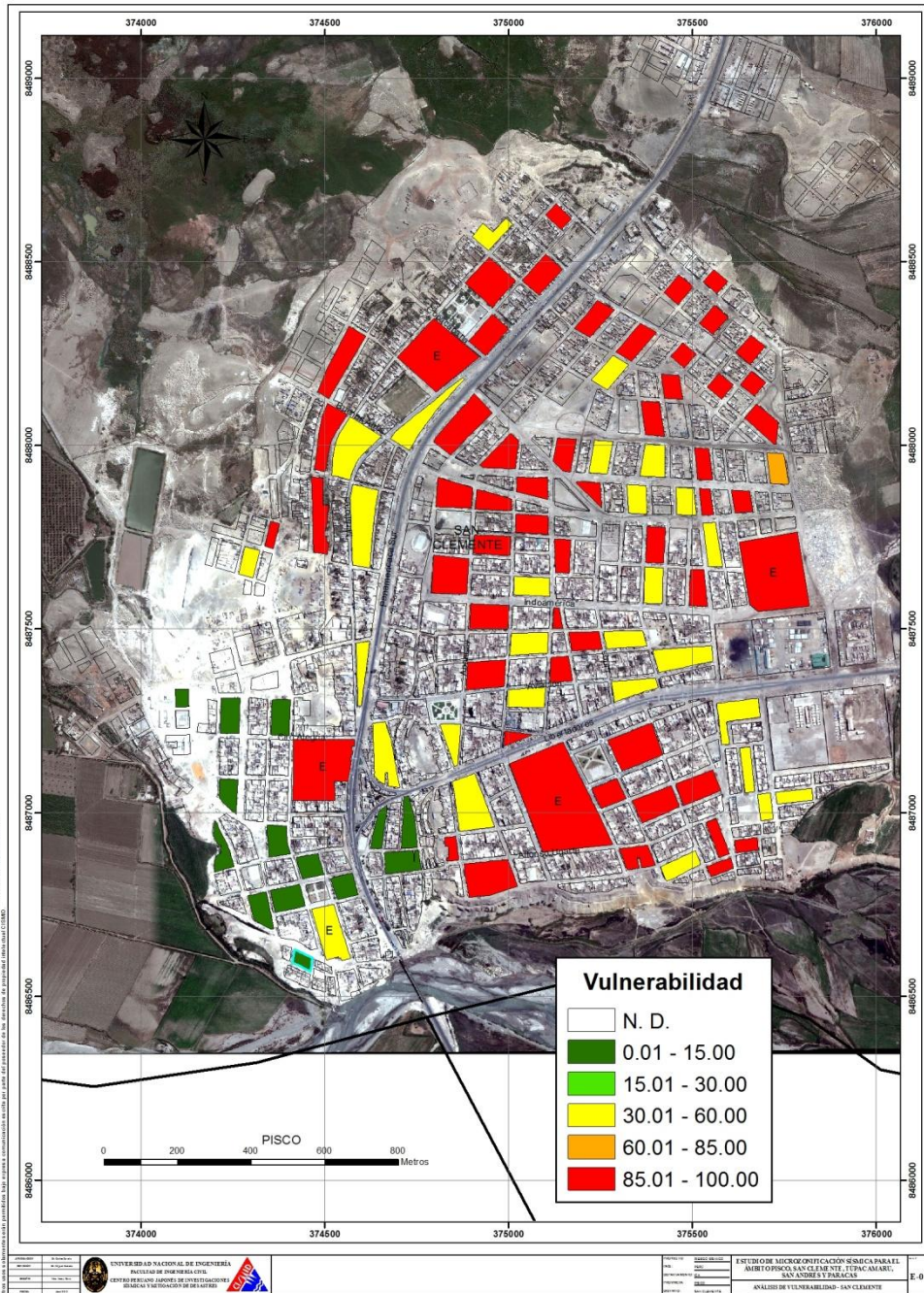


Figura 152: Mapa de vulnerabilidad de edificaciones en San Clemente.



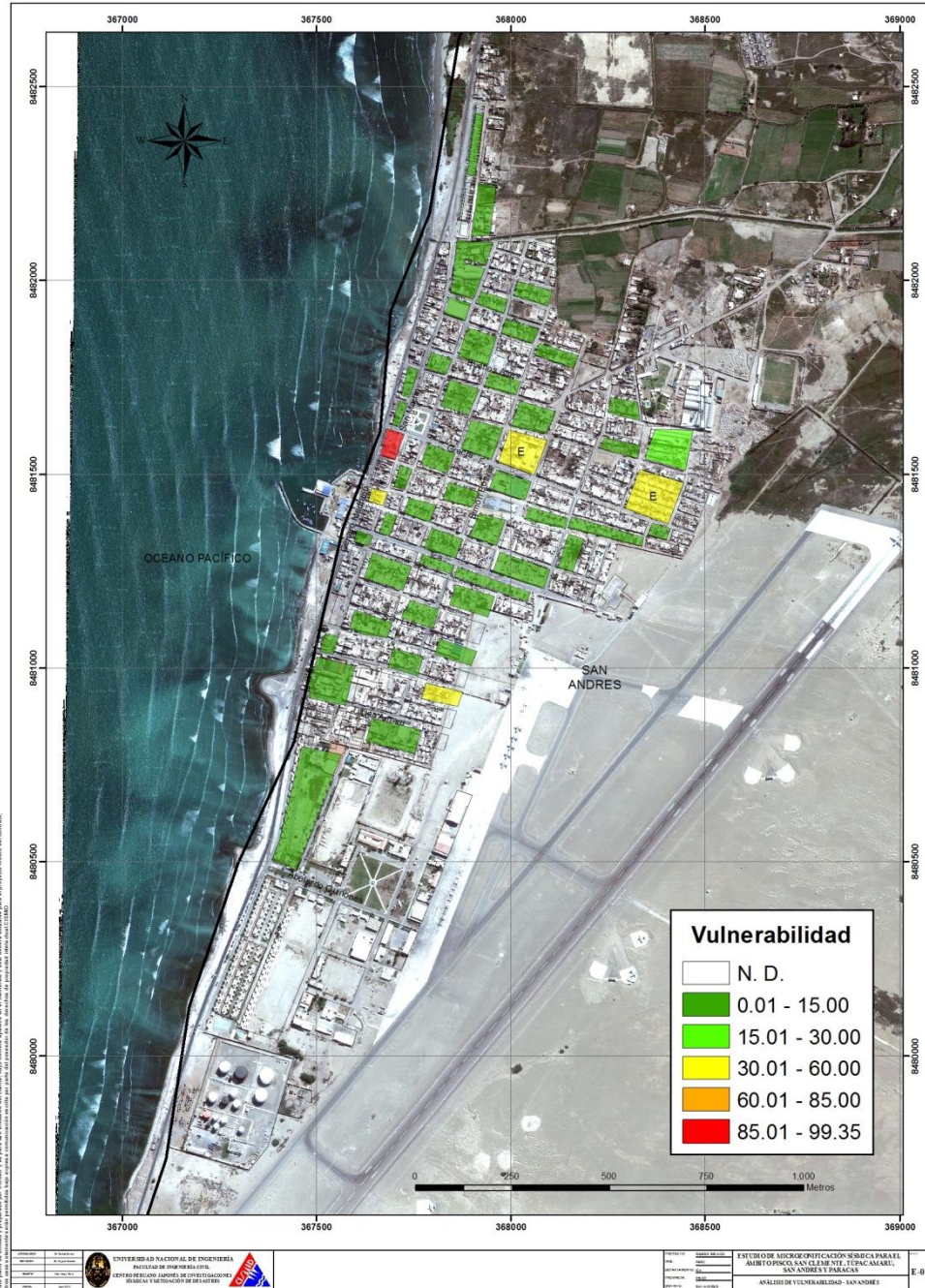


Figura 153: Mapa de vulnerabilidad de edificaciones en San Andrés.



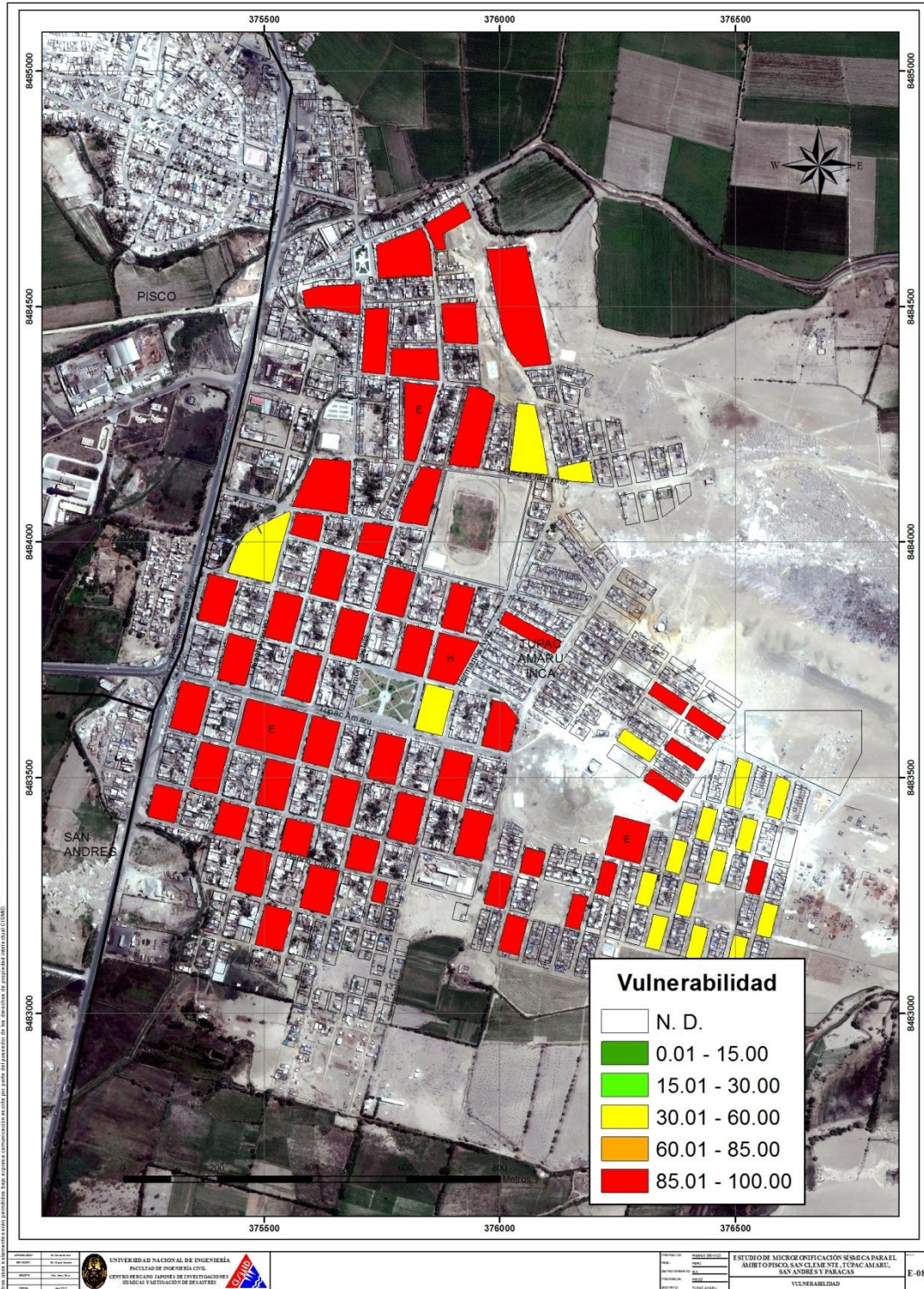


Figura 154: Mapa de vulnerabilidad de edificaciones en Túpac Amaru.



## 6 DIAGNÓSTICO DEL RIESGO SÍSMICO LOS DISTRITOS ESTUDIADOS

### Definición de Riesgo Sísmico

Se define el riesgo sísmico como la pérdida material o humana, debido a la acción de un evento sísmico severo tomando en cuenta la magnitud de este y la vulnerabilidad de la edificación.

Para este propósito es necesario conocer el peligro sísmico del área de estudio y asimismo la vulnerabilidad de las edificaciones en el área.

El peligro sísmico, para este análisis se basa en las aceleraciones máximas por el tipo de suelo que han sido calculadas a partir de una microzonificación geotécnica sísmica de la zona, luego de haber caracterizado el comportamiento dinámico de los suelos en función de su sismicidad.

Por otro lado se puede identificar el tipo de sistema estructural y diagnosticar la respuesta sísmica de éste, producto de la aceleración máxima inducida por el sismo evaluada en el estudio de vulnerabilidad de las edificaciones. De esta manera puede estimarse el nivel de daño, ya que la respuesta sísmica de una edificación es dependiente de la caracterización dinámica del suelo.

Existen métodos de simulación del riesgo basados en la superposición de la estadística del daño sobre edificaciones durante los sismos, a través del levantamiento de información post evento, que al sobreponerse con las aceleraciones máximas producidas, generan curvas de aceleración versus nivel de daño esperado para un determinado sismo. Estas curvas reciben el nombre de Curvas de Fragilidad, ya que muestra lo frágil que un determinado material y/o sistema estructural puede ser frente a determinado nivel de aceleraciones inducidas sobre el sistema.

Asimismo existen métodos basados en la evaluación de la respuesta sísmica de los sistemas estructurales bajo cierto nivel de aceleración inducida y la estimación de su nivel de daño. Este tipo de metodología ha sido adoptada en el presente estudio.

Para la determinación del riesgo sísmico de los distritos de San Clemente, San Andrés, Paracas, Túpac Amaru y Pisco, se ha utilizado el método de aproximación al valor de reparación de una vivienda expresado como porcentaje del costo de la edificación. Conocida la respuesta sísmica de las edificaciones, utilizando la metodología presentada en [3] y [4], donde se estima el nivel de distorsión máxima considerando el escenario sísmico propuesto en el estudio de peligro. Conocido el nivel de distorsión es posible estimar el nivel de daño por tipo de sistema estructural, para el lote representativo de la manzana en estudiada.

Un proceso de regresión de los diversos tipos de daño y la cuantificación del costo relacionan el valor de la reparación con la distorsión de la respuesta sísmica ( $\Delta\delta_j/h_j$ ) en cada lote. Este costo de reparación ( $Cr$ ) se expresa como el porcentaje del costo de la estructura, considerando  $\lambda$  y  $\varepsilon$  parámetros de vulnerabilidad estructural, correspondientes al sistema estructural y al tipo de reparación involucrada para los materiales involucrados.

$$Cr = \left( \frac{\Delta\delta_j}{h_j} \right) / \lambda)^{\varepsilon} / 100$$





Para el diagnóstico del riesgo se consideró cada registro de la base de datos produciendo el diagnóstico de la distorsión y en base a esta se encontraron las Figuras que representa el costo de reparación representativo para la manzana, considerando los resultados del lote representativo. El desarrollo de este diagnóstico se realizó mediante el proceso que se presenta en la Figura 155.

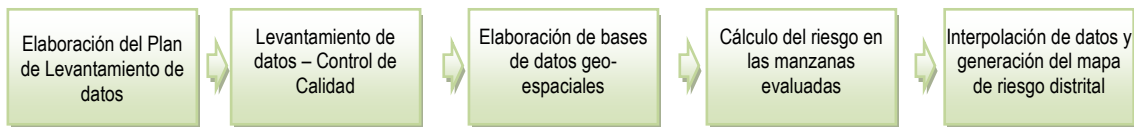


Figura 155. Proceso de generación del mapa de riesgo.

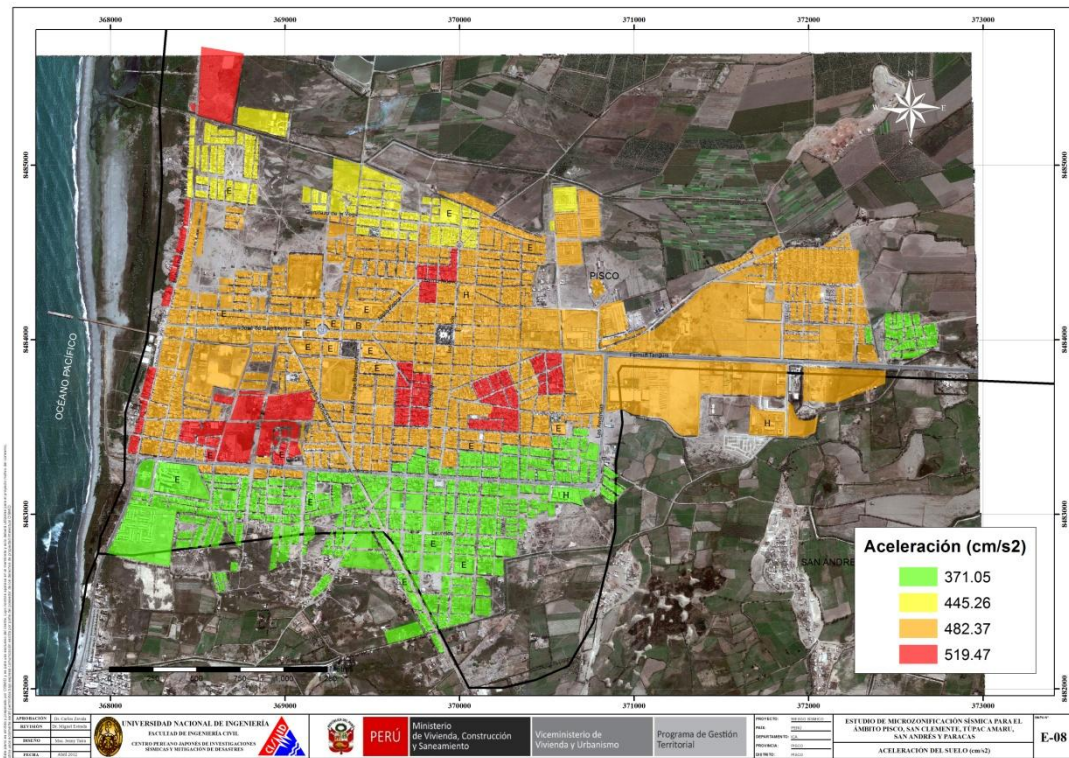


Figura 156. Aceleraciones máximas para escenario Ms=8.5 en el distrito de Pisco.

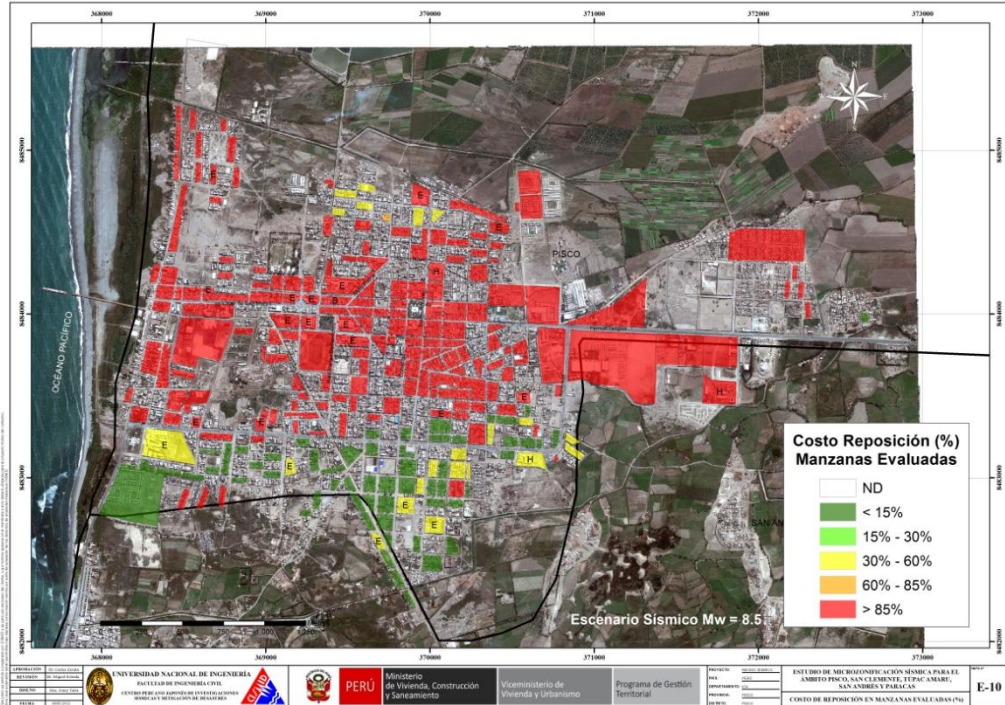


Figura 157. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas en el distrito de Pisco.

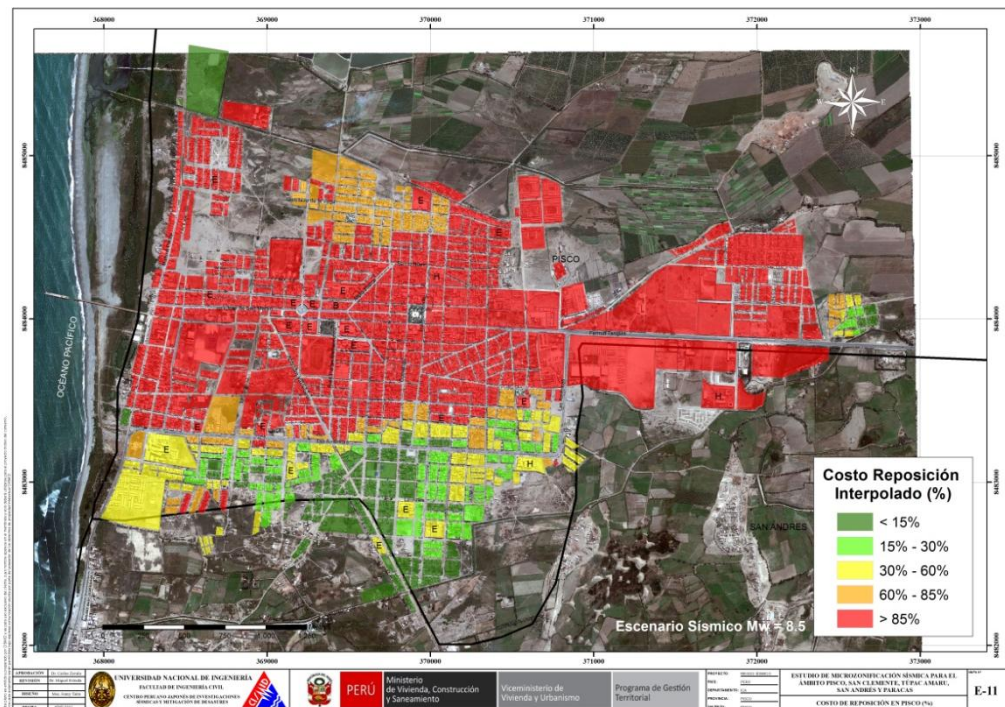


Figura 158. Resultado del cálculo del costo de reparación interpolado para el distrito de Pisco.



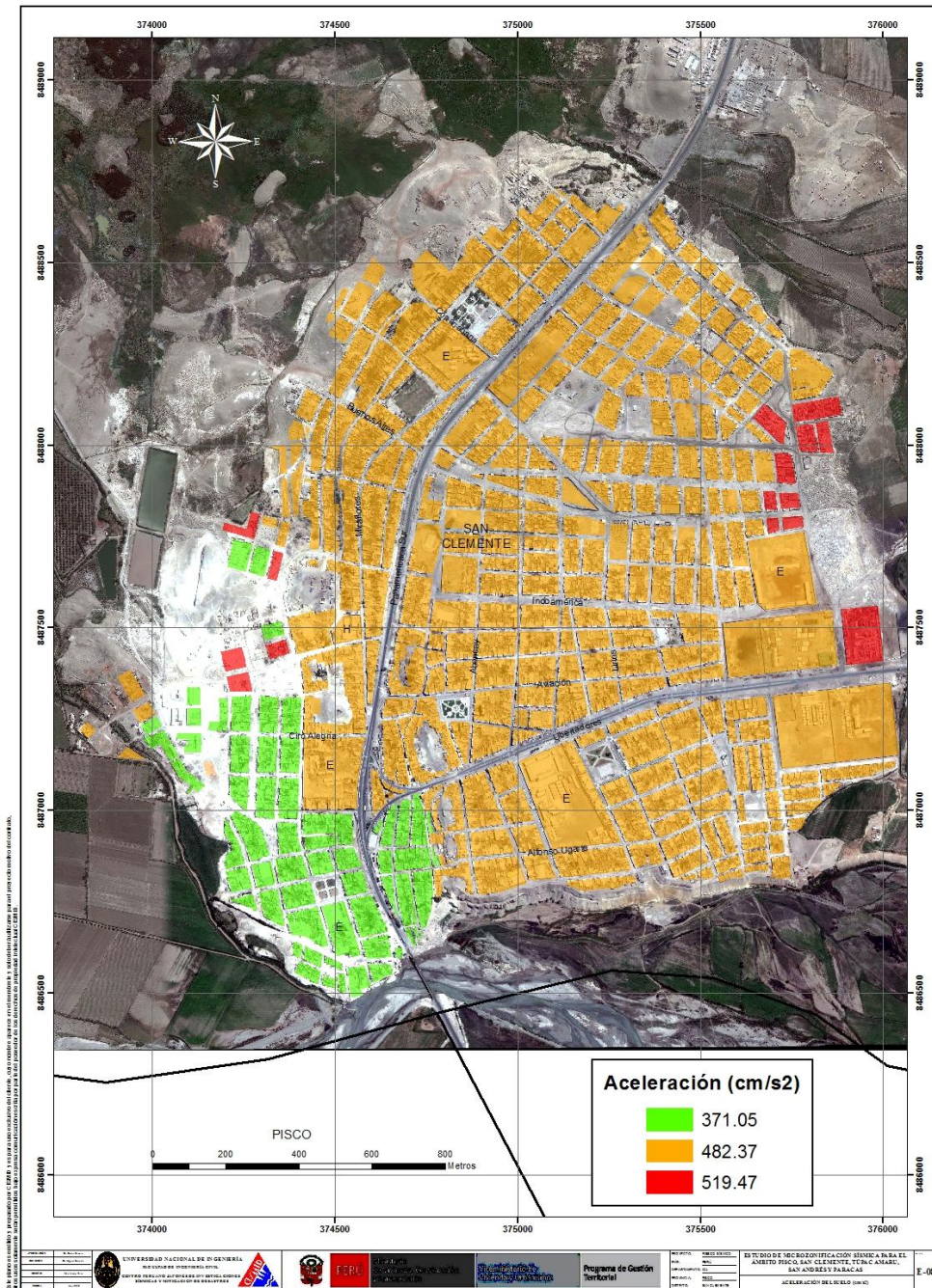


Figura 159. Aceleraciones máximas para escenario Ms=8.6 en el distrito de San Clemente.



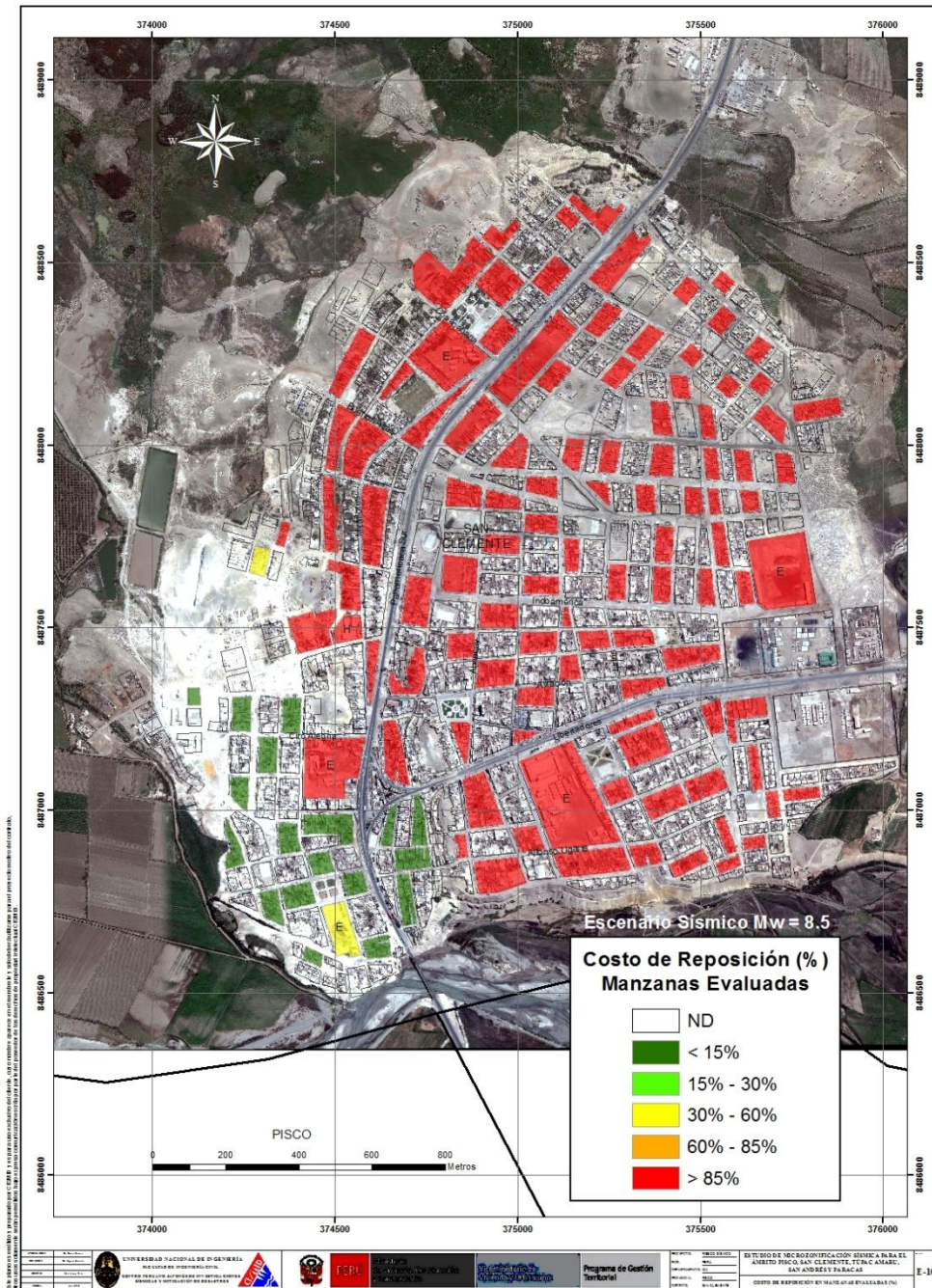


Figura 160. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas en el distrito de San Clemente.



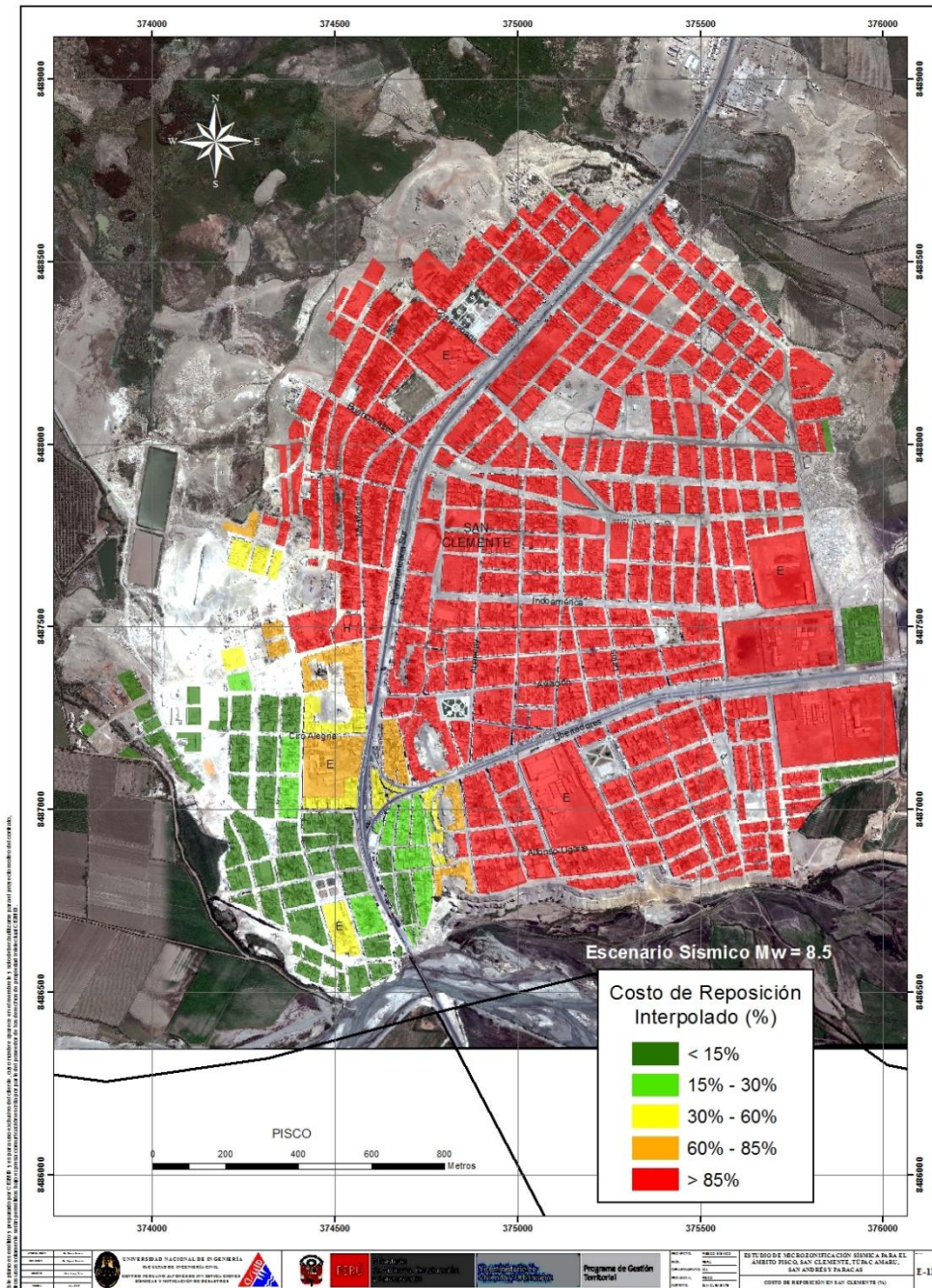


Figura 161. Cálculo del costo de reparación interpolado en el distrito de San Clemente.



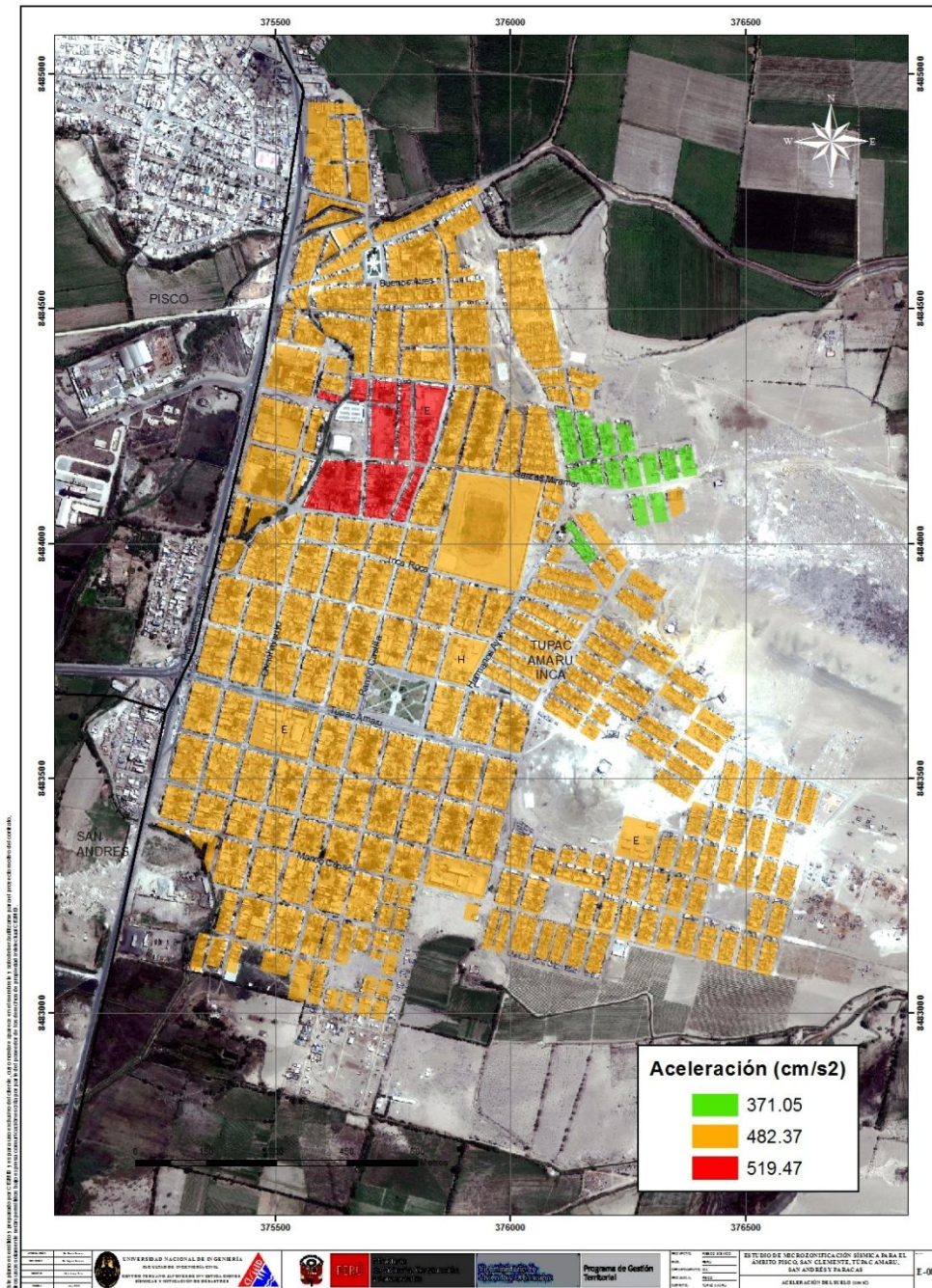


Figura 162. Aceleraciones Máximas para escenario Ms=8.5 en el distrito de Túpac Amaru.



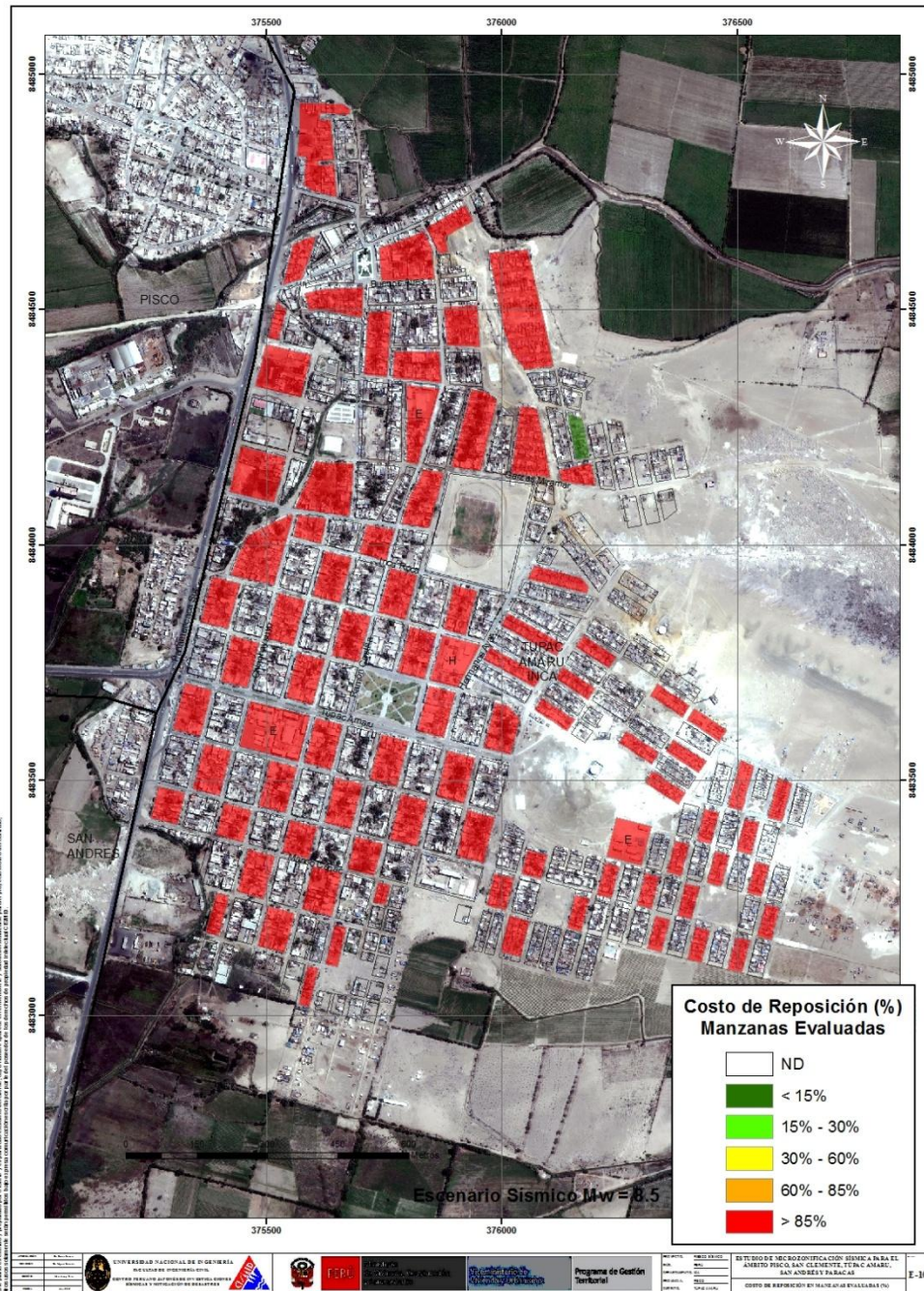


Figura 163. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas en el distrito de Túpac Amaru.



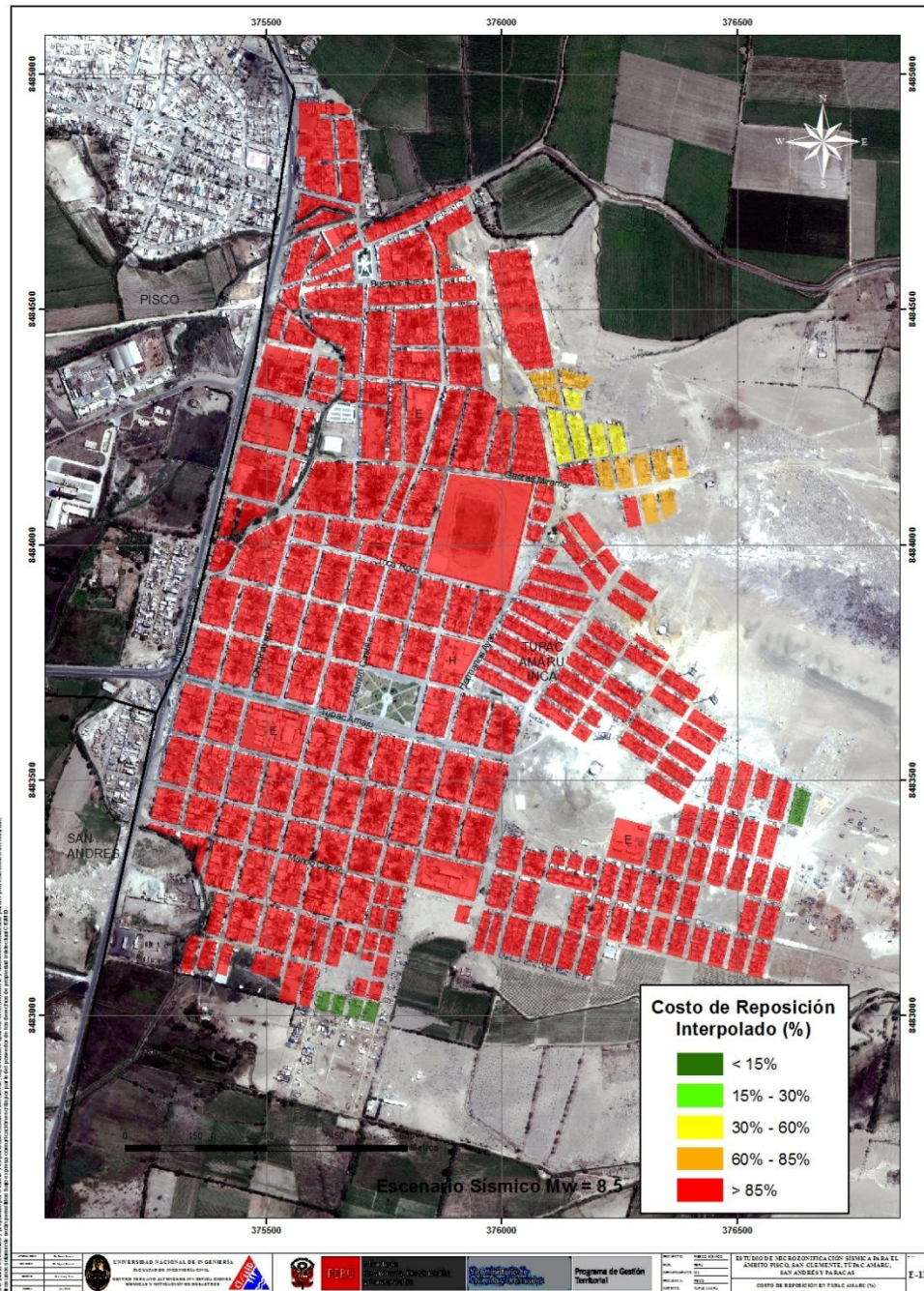


Figura 164. Cálculo del costo de reparación interpolado en el distrito de Túpac Amaru.



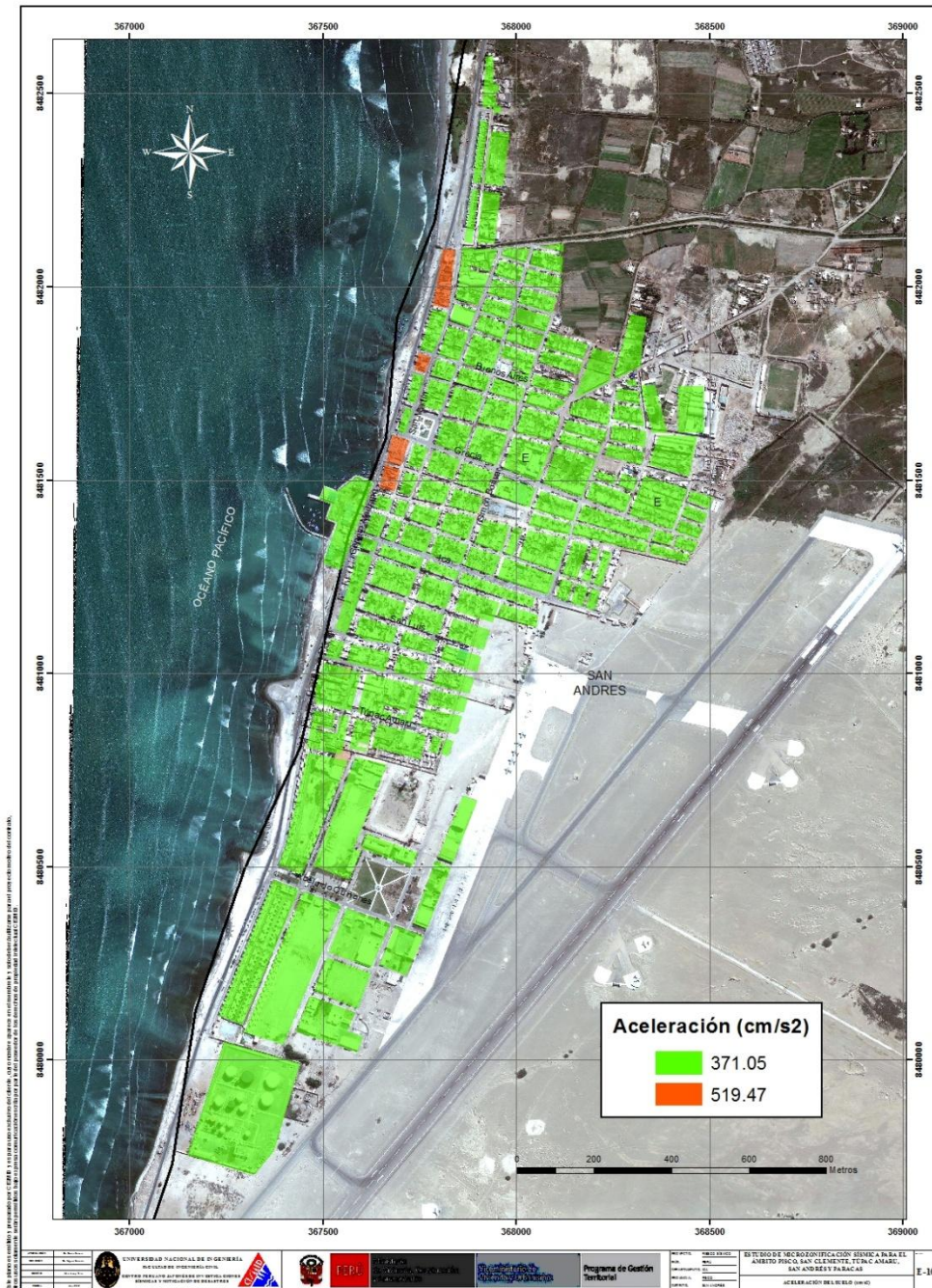


Figura 165. Aceleraciones máximas para escenario Ms=8.5 en el distrito de San Andrés.



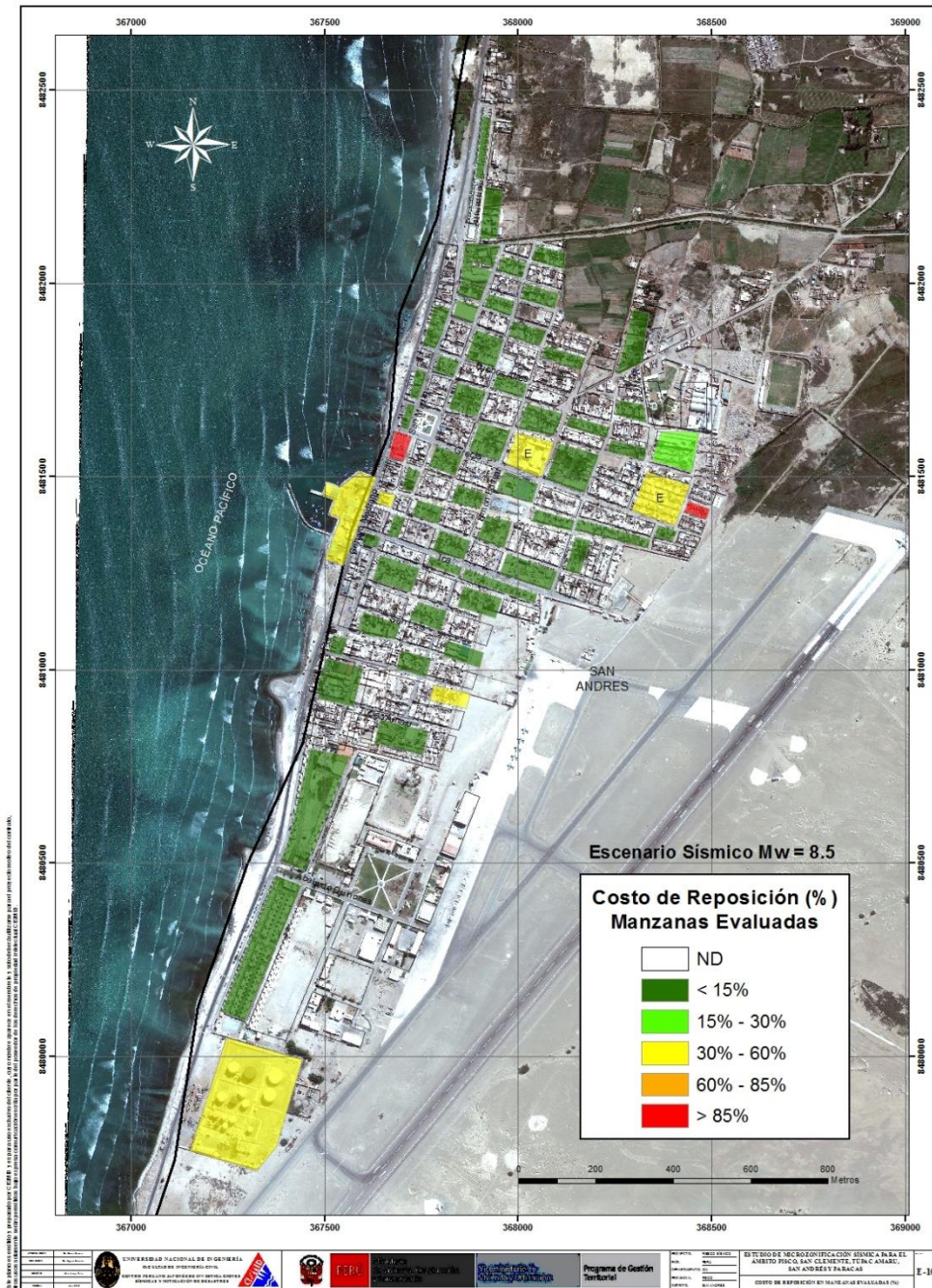


Figura 166. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas en el distrito de San Andrés.



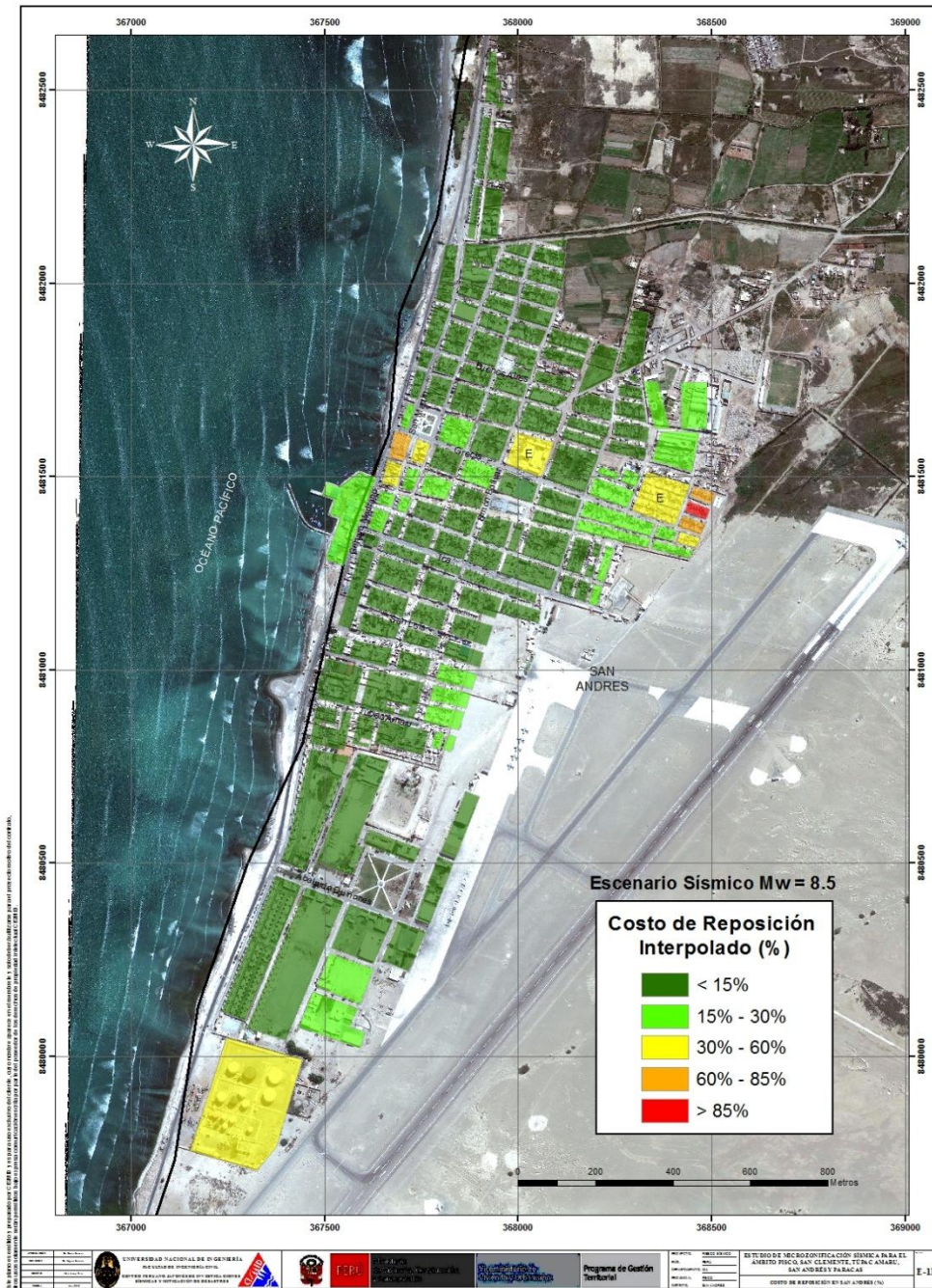


Figura 167. Cálculo del costo de reparación interpolado en el distrito de San Andrés.



Figura 168. Aceleraciones Máximas para escenario Ms=8.5 en el distrito de Paracas.



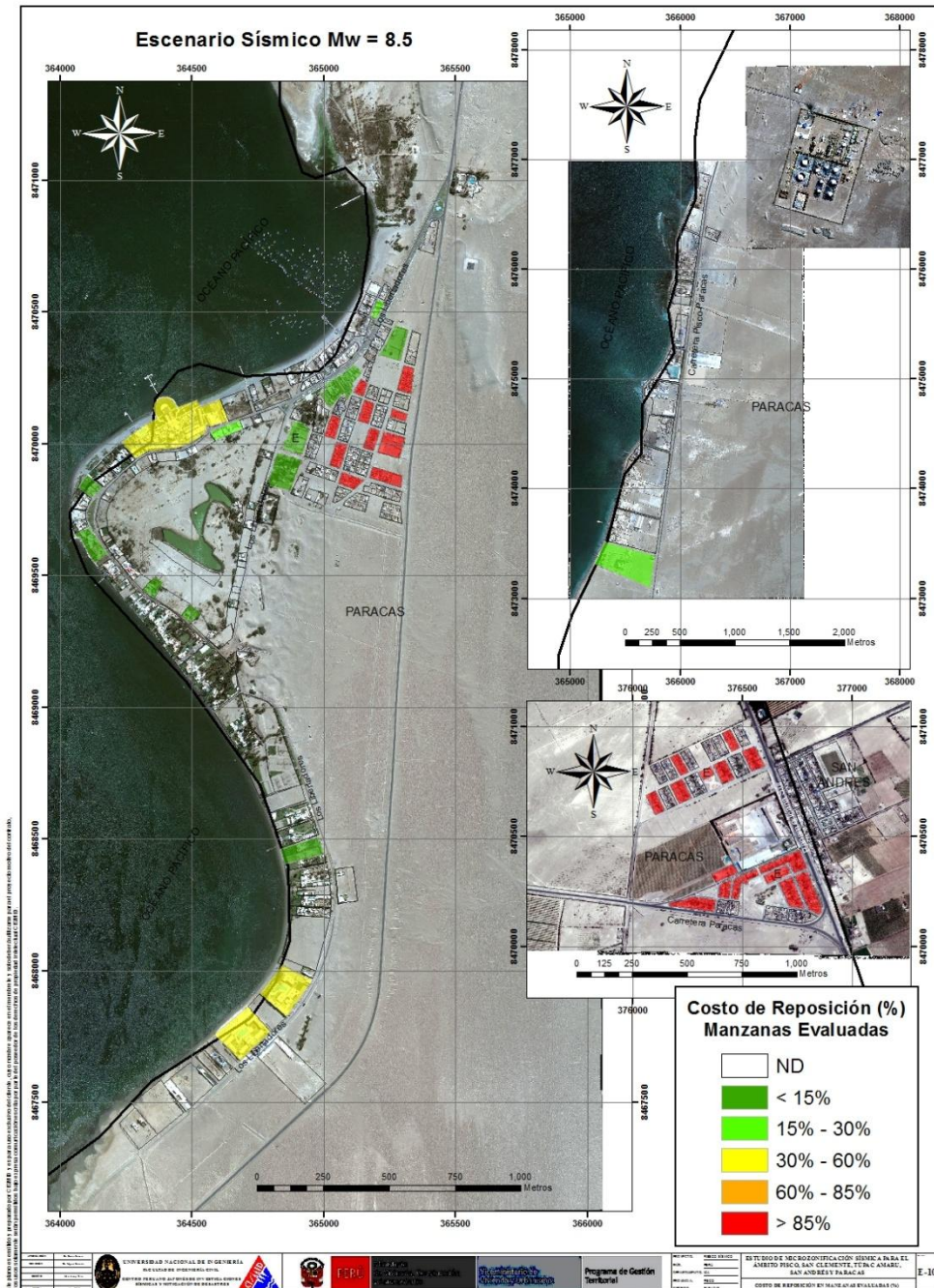


Figura 169. Resultado del cálculo del costo de reparación para las manzanas evaluadas en el distrito de Paracas.

Una vez calculado el costo de reparación para las manzanas evaluadas se genera, a través del método de interpolación IDW (Inverse Distance Weighted) un archivo de imagen (raster) donde



el valor de cada pixel es el valor del costo de reparación para una edificación construida sobre ese terreno. La resolución espacial de este archivo es de 5 metros, es decir que cada pixel cubre un área de 25 metros cuadrados de terreno.

La Figura 158, Figura 161, Figura 164 y Figura 167 muestra el resultado de la interpolación de los valores del costo de reparación sobre los distritos de Pisco, San Clemente, Túpac Amaru, San Andrés respectivamente. Debe mencionarse que no se ha podido realizar una interpolación con los datos del distrito de Paracas, pues las manzanas se encuentran muy dispersas y la topología de la zona no contribuye a generar la interpolación IDW.

## 7 CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado trabajos de campo en los cinco distritos involucrados en el estudio, evaluándose parámetros que conducen al diagnóstico de la vulnerabilidad física de las edificaciones del distrito.
- Puede concluirse que los distritos de Pisco, San Clemente, Túpac Amaru y San Andrés, poseen como material de las edificaciones preponderante a la albañilería confinada, que representa un porcentaje en un rango del 76% al 92%. En el distrito de Paracas la albañilería es menos representativa, con una representación del 48% de las edificaciones.
- Las viviendas en los distritos de Pisco y Paracas presentan un buen estado de conservación, ya que de la muestra, entre el 57% y el 75% se incluyen en buen estado. En los distritos de San Clemente, Túpac Amaru y San Andrés, las viviendas presentan un estado de conservación regular en un rango que va entre el 50.8 % al 81.7% de la muestra. Las viviendas en mal estado de conservación se encuentran en todos los distritos ocupando un rango entre el 8.1 % al 12.1 % de la muestra.
- Los distritos estudiados son en su mayoría asentamientos urbanos de un piso teniendo un margen entre 61% al 93% de sus muestras, seguido de las edificaciones de dos pisos que representan un rango entre el 7% al 38% de los casos inspeccionados.
- Los distritos de Pisco, San Clemente, Túpac Amaru y San Andrés son de uso residencial donde la representación se encuentra en un margen entre el 78% al 82% de la muestra. En el distrito de Paracas existe la coexistencia de edificaciones con usos diversos donde las viviendas representan el 58% de la muestra, mientras que las edificaciones destinadas a comercio representan el 13% y las edificaciones industriales representan el 21%.
- El sistema estructural preponderante en las edificaciones de los distritos de Pisco, Túpac Amaru y San Andrés es la albañilería de bloques arcilla confinada por elementos de concreto y techos aligerados cuya representación se encuentra en un rango entre 73% al 69% de la muestra. En el caso del distrito de San Clemente y Paracas la representatividad de la albañilería estructural baja a un rango entre 57% al 37% de la muestra.
- Se presentan una serie de mapas donde se ilustra los parámetros fundamentales de la evaluación. Estos mapas complementan los resultados de la microzonificación geotécnica sísmica, que permiten la evaluación de riesgo sísmico.
- Para la evaluación del riesgo sísmico en los distritos estudiados se ha considerado el uso de un simulador de la respuesta sísmica y Nivel de Daño (SRSND - Zavala et.al. 2007) con el propósito de estimar el nivel de daño en función de la respuesta sísmica, y así estimar el nivel de daño, el mismo que se describe como una función de la respuesta que cuantifica el valor de costo de reparación o reposición de una edificación. Para la ejecución de esta





simulación se ha considerado un escenario de sismo probable sobre las costas de Pisco, con una magnitud  $M_s=8.5$ . Para esta magnitud se generan una serie de aceleraciones máximas sobre el terreno, que son función de la microzonificación sísmica desarrollada y que sirven de valor de entrada a cada lote representativo de las manzanas estudiadas.

- En la Tabla 16, se presentan los resultados del diagnostico de riesgo efectuado para el distrito de Pisco. Aquí puede leerse que el 25% de las viviendas no sufrirán daño o experimentarían un daño muy leve. El 7% de las edificaciones sufrirían un daño moderado reparable con un nivel de daño superior al 30%, mientras que el 67% de las edificaciones podrían experimentar un colapso para este escenario sísmico.

**Tabla 16:** Evaluación del Riesgo en edificaciones como función de costo de reparación en el distrito de Pisco.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 50              | 25%         | 25% | Daño Leve o sin daño |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          |     |                      |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 15              | 7%          | 7%  | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 1               | 0%          | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 135             | 67%         | 67% | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>201</b>      | <b>100%</b> |     |                      |

- En el caso de las edificaciones esenciales (colegios, hospitales, centrales de bombero, cuarteles de policía, archivos nacionales) la Tabla 17 presenta los resultados encontrados en la simulación para los edificios de uso esenciales y que deberían de funcionar antes, durante y después de un evento sísmico severo. Puede leerse que el 25% de los casos tendrían un daño moderado mientras que el 75% de los edificaciones podrían experimentar colapso para un sismo de magnitud  $M_s=8.6$ . En el caso de Pisco, lamentablemente la gran mayoría de edificaciones esenciales se encuentran ubicadas sobre suelo blando. Sería recomendable realizar una reubicación de estas edificaciones a fin que el riesgo determinado en la simulación pueda ser disminuido.

**Tabla 17:** Evaluación del Riesgo en edificaciones esenciales como función de costo de reparación en el distrito de Pisco.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 0               |             |     |                      |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Leve o sin daño |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 6               | 25%         | 25% | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 18              | 75%         | 75% | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>24</b>       | <b>100%</b> |     |                      |

- En la Tabla 18, se presentan los resultados del diagnostico de riesgo efectuado para el distrito de San Clemente. Aquí puede leerse que el 16% de las viviendas no sufrirán daño o experimentarían un daño muy leve. El 1% de las edificaciones sufrirían un daño moderado reparable con un nivel de daño superior al 30%, mientras que el 83% de las edificaciones podrían experimentar un colapso para este escenario sísmico.



**Tabla 18:** Evaluación del Riesgo en edificaciones como función de costo de reparación en el distrito de San Clemente.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 18              | 16%         | 16% | Daño Leve o sin daño |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          |     |                      |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 1               | 1%          | 1%  | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 94              | 83%         | 83% | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>113</b>      | <b>100%</b> |     |                      |

- En el caso de las edificaciones esenciales (colegios, hospitales, centrales de bombero, cuarteles de policía, archivos nacionales) en el distrito de San Clemente, la Tabla 19 presenta los resultados encontrados en la simulación para los edificios de uso esenciales y que deberían de funcionar antes, durante y después de un evento sísmico severo. Puede leerse que el 17% de los casos tendrían un daño moderado mientras que el 83% de los edificaciones podrían experimentar colapso para un sismo de magnitud  $M_s=8.6$ . En el caso de Pisco, lamentablemente la gran mayoría de edificaciones esenciales se encuentran ubicadas sobre suelo blando. Sería recomendable realizar una reubicación de estas edificaciones a fin que el riesgo determinado en la simulación pueda ser disminuido.

**Tabla 19:** Evaluación del Riesgo en edificaciones esenciales como función de costo de reparación en el distrito de San Clemente.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 0               |             |     |                      |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Leve o sin daño |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 1               | 17%         | 17% | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 5               | 83%         | 83% | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>6</b>        | <b>100%</b> |     |                      |

- En el caso del distrito de Túpac Amaru se realizó el diagnóstico del riesgo en las edificaciones, encontrándose que solo el 1% no tendría daño, mientras que el 99% de las viviendas colapsarían, esto es atribuible a la baja capacidad del suelo y a efectos de amplificación sísmica a generarse en esta zona.

**Tabla 20:** Evaluación del Riesgo en edificaciones como función de costo de reparación en el distrito de Túpac Amaru.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 1               | 1%          | 1%  | Daño Leve o sin daño |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          |     |                      |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 77              | 99%         | 99% | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>78</b>       | <b>100%</b> |     |                      |

- En la Tabla 21 se muestran los resultados del diagnóstico del riesgo en las edificaciones esenciales del distrito de Túpac Amaru. Puede leerse que los efectos serían





catastróficos en el caso de un escenario de un sismo de magnitud  $M_s=8.5$ , donde el 100% de estos edificios esenciales colapsarían.

**Tabla 21:** Evaluación del Riesgo en edificaciones esenciales como función de costo de reparación en el distrito de Túpac Amaru.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %    | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|------|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 0               |             |      |                      |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          | 0%   | Daño Leve o sin daño |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 0               | 0%          | 0%   | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%   | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 4               | 100%        | 100% | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>4</b>        | <b>100%</b> |      |                      |

- El diagnostico del riesgo desarrollado para el distrito de San Andrés, es presentado en la Tabla 22. Puede leerse que el 94% de las edificaciones no experimentarían daño, con un 4% de las edificaciones con daño moderado y solamente un 2% colapsarían. Esto se atribuye a que las aceleraciones en esta zona son las más bajas dentro de la ciudad y asimismo la naturaleza del suelo contribuye a atenuar la onda sísmica.

**Tabla 22:** Evaluación del Riesgo en edificaciones como función de costo de reparación en el distrito de San Andrés.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 44              | 94%         | 94% | Daño Leve o sin daño |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          |     |                      |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 2               | 4%          | 4%  | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 1               | 2%          | 2%  | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>47</b>       | <b>100%</b> |     |                      |

- El diagnostico del riesgo en las edificaciones esenciales del distrito de San Andrés es presentado en la Tabla 23, donde se muestra que el 100% de las edificaciones tendrían un daño moderado.

**Tabla 23:** Evaluación del Riesgo en edificaciones esenciales como función de costo de reparación en el distrito de San Andrés.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %           | %    | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|-------------|------|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 0               |             |      |                      |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%          | 0%   | Daño Leve o sin daño |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 2               | 100%        | 100% | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%          | 0%   | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 0               | 0%          | 0%   | Colapso              |
|            |           |            |            | <b>2</b>        | <b>100%</b> |      |                      |

- El diagnostico del riesgo desarrollado para el distrito de Paracas, es presentado en la Tabla 24. Puede leerse que el 23% de las edificaciones no experimentarían daño, mientras que el 77% colapsarían.



**Tabla 24:** Evaluación del Riesgo en edificaciones como función de costo de reparación en el distrito de Paracas.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %    | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 7               | 23%  | 23% | Daño Leve o sin daño |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 0%   |     |                      |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 0               | 0%   | 0%  | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%   | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 24              | 77%  | 77% | Colapso              |
|            |           |            |            | 31              | 100% |     |                      |

- La
- Tabla 25 presenta los resultados del diagnostico del riesgo en las edificaciones esenciales del distrito de Paracas. Se encontró que el 33% de las edificaciones no sufrirían daños, mientras que el 67% de las edificaciones esenciales colapsarían en el caso de un escenario sísmico de magnitud  $M_s=8.5$ .

**Tabla 25:** Evaluación del Riesgo en edificaciones esenciales como función de costo de reparación en el distrito de Paracas.

| Color      | Rango     | Nivel Daño | Nivel Daño | Número de Mzas. | %    | %   | Nivel de Daño        |
|------------|-----------|------------|------------|-----------------|------|-----|----------------------|
| Verde      | < 15%     | Nivel I    | 1          | 1               |      |     |                      |
| Verde agua | 15% - 30% | Nivel II   | 2          | 0               | 33%  | 33% | Daño Leve o sin daño |
| Amarillo   | 30% - 60% | Nivel III  | 3          | 0               | 0%   | 0%  | Daño Moderado        |
| Naranja    | 60% - 85% | Nivel IV   | 4          | 0               | 0%   | 0%  | Daño Severo          |
| Rojo       | 85%-100%  | Nivel V    | 5          | 2               | 67%  | 67% | Colapso              |
|            |           |            |            | 3               | 100% |     |                      |





## **8 DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DE LA VULNERABILIDAD DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO**

### **Acerca de la Vulnerabilidad de sistemas de agua y alcantarillado**

Para la determinación de la vulnerabilidad de los sistemas agua y alcantarillado es necesario realizar una inspección a las instalaciones de la infraestructura involucrada en el desarrollo del sistema de agua y alcantarillado. Para esto es necesario contar con planos de las redes, tanto de agua como del alcantarillado, infraestructura de bocatomas, canales de conducción, planta de tratamiento, depósitos de agua tratada, base de datos en el tiempo con estadística de roturas por tipo de tubería originadas por fallas en el sistema y por sismo, entre otros.

En el presente estudio, se hace un diagnostico preliminar de la vulnerabilidad del sistema de agua y alcantarillado. Se presenta información relevante recopilada del sistema de agua de los distritos de Pisco, San Andrés y Túpac Amaru. No se encuentra disponible información de los distritos de San Clemente y Paracas. Se desarrolla un diagnóstico preliminar para el sistema de distribución de agua basado en las curvas de fragilidad desarrolladas por investigadores japoneses, el mismo que se limita a los distritos de Pisco, San Andrés, Túpac Amaru debido a la disponibilidad de información. Ya que las tuberías de agua trabajan a presión durante eventos severos son muy susceptibles a tener daño en suelos poco competentes, y su análisis de daño se basa en el numero de roturas que se producirían en la red. Por otro lado, las tuberías de desagüe, por trabajar como si fueran canales, el análisis de daño se basa en la separación de sus juntas. En este caso otra variable muy importante es el tiempo de uso del tubo de desagüe, ya que por conducir aguas servidas con altos contenidos de químicos, sufren de un deterioro mayor al de las líneas de agua.

En este estudio se presenta el diagnostico de la líneas de conducción de agua solamente, ya que la base de datos de EMAPISCO, no dispone estadística de roturas en el tiempo para la línea de conducción de desagüe.

La información entregada por EMAPISCO, es un archivo en formato CAD donde se presenta los ejes de las líneas de conducción de agua y alcantarillado, el tipo de material y su diámetro. En este archivo solo se encuentra información disponible de los distritos de Pisco, San Andrés y Túpac Amaru, limitándose el diagnostico preliminar a estas zonas.

### **Información Relevante sobre Sistemas de Saneamiento**

Se ha recibido información en parte de EMAPISCO, así como la información obtenida por parte de FORSUR. Esta información ha sido calificada y contrastada con la información presentada en el "Plan de Gestión de Riesgos de Desastres" preparado por Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, Soluciones Prácticas y EMAPISCO. Asimismo se ha tenido en cuenta la información del diagnóstico preparado por APOYO S.A. y Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial. A continuación presentamos la información de mayor relevancia que es de utilidad para la estimación de los costos de reparación o reposición de la infraestructura de saneamiento, considerándose un escenario antes del sismo.

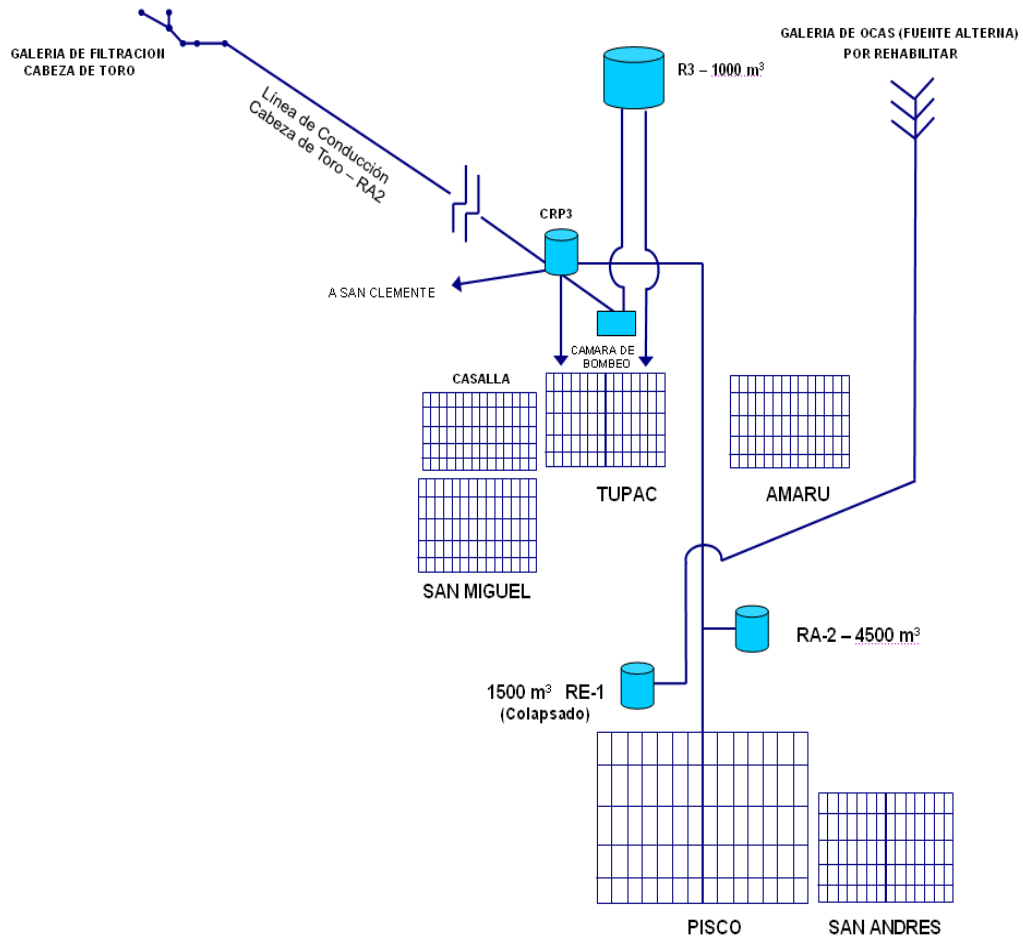


Figura 170: Sistema de Agua en la ciudad de Pisco (Fuente: EMAPISCO)

### a) RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE PISCO

La red de distribución de las zonas urbanas en la ciudad de Pisco está compuesta por un conjunto de tuberías que hacen una longitud aproximada de 106,678 metros y con diámetros que varían desde 50 hasta 450 milímetros, como se observa en la Tabla 26. Respecto al material, el 57% (61.217 metros) es tubería de Asbesto - Cemento, 34% (36.291 metros) es tubería de plástico PVC y 9% (9.492 metros) es tubería de Fierro Fundido. Cuentan con un total de 12,494 conexiones de agua potable de las cuales 8,355 se encuentran activas y 3,940 inactivas



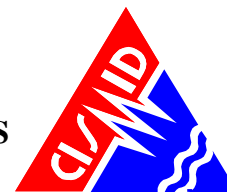


Tabla 26: Longitud de red de distribución en Pisco.

| Diámetro (mm.) | Material         |                  |                 | Total (ml.)       |
|----------------|------------------|------------------|-----------------|-------------------|
|                | PVC              | A -C             | F°F°            |                   |
| 50             | 2,035.00         | 0.00             | 30.00           | 2,065.00          |
| 80             | 789.00           | 1,466.00         | 3,655.00        | 5,910.00          |
| 100            | 19,483.00        | 33,244.00        | 2,546.00        | 55,592.00         |
| 150            | 6,058.00         | 5,120.00         | 2,078.00        | 13,256.00         |
| 200            | 3,230.00         | 9,679.00         | 935.00          | 13,844.00         |
| 250            | 2,050.00         | 1,722.00         | 123.00          | 3,895.00          |
| 300            | 580.00           | 2,400.00         | 125.00          | 3,105.00          |
| 350            | 215.00           | 4,200.00         | 0.00            | 4,415.00          |
| 450            | 1,531.00         | 3,387.00         | 0.00            | 4,918.00          |
| <b>Total</b>   | <b>35,970.00</b> | <b>61,217.00</b> | <b>9,492.00</b> | <b>106,678.00</b> |

Fuente: EMAPISCO/BM PVC=Plastico A.C.= Asbesto Cemento F°F°=Fierro Fundido.

#### b) RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE SAN ANDRES

La Red de distribución de agua potable del distrito de San Andrés, tiene una longitud total de redes de 22,846 metros, de los cuales 8,920 metros son de PVC y 13,926 metros son de asbesto cemento con diámetros de 50, 80, 100, 150, 200, 250 y 300mm, como se muestra en la Tabla 27. La red cuenta con un total de 2,839 conexiones de agua potable, de las cuales 1,833 se encuentran activas y 966 inactivas.

Tabla 27: Longitud de red de distribución en San Andrés

| Diámetro (mm) | Material        |                  | Total (ml)       |
|---------------|-----------------|------------------|------------------|
|               | PVC             | A -C             |                  |
| 50            | 0.00            | 183.00           | 183.00           |
| 80            | 0.00            | 161.00           | 161.00           |
| 100           | 8,301.00        | 9,408.00         | 17,709.00        |
| 150           | 619.00          | 1,712.00         | 2,331.00         |
| 200           | 0.00            | 414.00           | 414.00           |
| 250           | 0.00            | 701.00           | 701.00           |
| 300           | 0.00            | 1,347.00         | 1,347.00         |
| <b>Total</b>  | <b>8,920.00</b> | <b>13,926.00</b> | <b>22,846.00</b> |

Fuente: EMAPISCO/BM PVC=Plastico A.C.= Asbesto Cemento F°F°=Fierro Fundido



**c) RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE TUPAC AMARU.**

En este distrito se incluye AA.HH. Casalla, tiene una longitud total de redes de 31,530 metros, de los cuales 21,775 metros son de Asbesto Cemento y 9,755 metros de PVC de 50, 80, 100, 150, 200, 250 y 300mm, cuentan con un total de 3,329 conexiones de agua potable de las cuales 2,321 se encuentran activas y 979 inactivas. El servicio de agua potable es independiente de los que se suministran a Pisco y San Andrés

**Tabla 28:** Longitud de red de distribución en Túpac Amaru y Casalla.

| Diámetro (mm) | Material         |                 | Total (ml)       |
|---------------|------------------|-----------------|------------------|
|               | PVC              | A -C            |                  |
| 50            | 1,681.00         | 0.00            | 1,681.00         |
| 80            | 248.00           | 2,917.00        | 3,165.00         |
| 100           | 16,889.00        | 6,318.00        | 23,207.00        |
| 150           | 1,882.00         | 0.00            | 1,882.00         |
| 200           | 784.00           | 0.00            | 784.00           |
| 250           | 0.00             | 520.00          | 520.00           |
| 300           | 291.00           | 0.00            | 291.00           |
| <b>Total</b>  | <b>21,775.00</b> | <b>9,755.00</b> | <b>31,530.00</b> |

Fuente: EMAPISCO/BM PVC=Plastico A.C.= Asbesto Cemento F<sup>o</sup>F<sup>o</sup>=Fierro Fundido

**d) RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE AA.HH. San Miguel**

La longitud de tuberías en su red de distribución es de 3,624 metros de tubería asbesto cemento de 100 mm. de diámetro, como se muestra en la Tabla 29. Cuenta con un total de 739 conexiones de agua potable, de las cuales 457 se encuentran activas y 282 inactivas.

**Tabla 29:** Longitud de red de distribución en P.J. San Miguel

| Diámetro (mm) | Material |          | Total (ml) |
|---------------|----------|----------|------------|
|               | PVC      | A -C     |            |
| 100           | 0.00     | 3,624.00 | 3,624.00   |

Fuente: EMAPISCO/BM PVC=Plastico A.C.= Asbesto Cemento

De acuerdo con el diseño original, las redes matrices y de distribución de Pisco y San Andrés funcionaban como dos zonas de presión definidas: i) la zona alta de Pisco se abastecía con el reservorio R-2 "Alto La Luna"; y ii) la zona baja de Pisco y San Andrés eran atendidas con el R-1 ubicado en el área donde funcionan actualmente las oficinas administrativas de EMAPISCO S.A.





Desde antes del sismo de agosto de 2007, esta sectorización fue perdiendo efectividad, debido principalmente a empalmes realizados sin criterio técnico y a la desordenada manipulación de las válvulas reguladoras que finalmente no eran graduadas conforme el diseño; consecuentemente, la sectorización desapareció con la secuela de deficiencias y reducción de la calidad del servicio.

Actualmente esta funcionando como un sistema unitario con los consiguientes problemas de abastecimiento en los sectores altos, sumado a los altos niveles de pérdida por fugas y desperdicios (70%), que han desencadenado una baja continuidad (6 horas) y presiones por debajo de las deseables (6 m.c.a.).

Ocurrido el sismo del 15 de Agosto del 2007, el sistema de agua colapso, encontrándose múltiples fallas en el sistema de saneamiento. Por encargo del Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, la consultora APOYO S.A. realiza estimar el impacto económico ocasionado por los daños del sismo ocurrido en Pisco en agosto del año 2007 al sector de agua y saneamiento. El análisis se realizó en las áreas urbanas provistas por las siguientes entidades prestadoras de servicios de saneamiento (EPS): EMAPICA (Ica), EMAPISCO (Pisco), SEMAPACH (Chincha) y EMAPA Cañete (Cañete). Para ello, APOYO S.A. desarrolla el estudio basándose en la metodología de la CEPAL (2003), estimando los efectos directos, indirectos y macroeconómicos generados por el sismo. Los efectos directos aluden a los daños de la infraestructura del sistema de agua y saneamiento, que coinciden con el desastre. Los efectos indirectos, debe ser entendidos como aquellos que afectan las operaciones de las EPS y se reflejan, generalmente, en menores ingresos y mayores costos.

Para la determinación de los efectos de la estimación de daños en los componentes de los sistemas de agua y alcantarillado, APOYO S.A. consideró los aspectos señalados en la metodología de la CEPAL (2003), y del Manual HAZUS de la FEMA (Federal Emergency Management Agency) de los Estados Unidos, basándose en la información del Instituto Geofísico del Perú, del United States Geological Survey, así como del estudio de Microzonificación post sismo, desarrollado por CISMID (2007). Los tipos de daños a considerar de acuerdo al tipo de componente, se encuentran definidos en Tabla 30.

**Tabla 30:** Tipos de daños según componentes (Fuente: APOYO S.A.)

| COMPONENTE   | TIPO DE DAÑOS  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuberías</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roturas</li> <li>• Fugas</li> </ul>                             |
| <b>ESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO</b>   |  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantas de Tratamiento</li> <li>• Estaciones de Bombeo</li> <li>• Pozos</li> <li>• Reservorios de Almacenamiento</li> </ul> | <p>Ninguno<br/>Leve / Secundario<br/>Moderado<br/>Importante / De consideración<br/>Completo / Total</p> |

El diagnóstico de APOYO S.A. preparado para el Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, concluye:



- El sismo habría generado un total de daños en los sistemas de agua y saneamiento por S/. 83.88 millones, monto que podría haber sido destinado a la instalación de más de 8183 conexiones de agua potable y 7925 de desagüe, en beneficio de 160888 habitantes, a través del Programa “Agua para Todos”. Cabe precisar, que las instalaciones adicionales de agua potable (8183) y alcantarillado (7925) representan el 7% y 9% del total de conexiones de agua y alcantarillado de las cuatro EPS estudiadas en el año 2006, respectivamente.
- El monto de los daños producidos a los sistemas de agua y alcantarillado (efectos directos) habría ascendido a S/ 77,3 millones; cifra que equivale a 120% del presupuesto ejecutado por las municipalidades provinciales de la zona de estudio en el año 2007. En el caso que las EPS hubiesen realizado evaluaciones y mantenimiento constante de los sistemas de agua y alcantarillado, el valor estimado de los daños hubiese sido 5.9 veces menor al caso anterior. Es decir, el costo por no haber aplicado mantenimiento adecuado hubiese sido de S/. 64,2 millones. Aún más, si en el Perú se reglamentara que las estructuras construidas de agua y saneamiento deben ser antisísmicas -por ejemplo, tuberías con material dúctil y no de concreto-, la vulnerabilidad de los sistemas se reduciría; por tanto, los efectos del sismo serían menores. Así, en el caso de aplicar estas medidas (planes de gestión de riesgo), las EPS del sur chico habrían ahorrado un total de S/. 74,4 millones, monto que podría haber sido destinado a la instalación de por lo menos 8183 conexiones de agua potable y 7925 de desagüe, en beneficio de 160888 habitantes, a través del Programa “Agua para Todos”. Por ello, es importante considerar el reemplazo del material existente de tubería frágil, mejorar las demás estructuras (pozos, galerías, etc.) y equipamientos que presentan vulnerabilidad, tomar en cuenta la calidad del suelo donde se implementan los sistemas, así como aplicar un continuo mantenimiento a los sistemas y desarrollar políticas correctivas y preventivas de gestión del riesgo.

### **MODELO DE ESTIMACIÓN DEL COSTO DE REPOSICIÓN Y REPARACIÓN DE TUBERÍAS DEL SISTEMA DE AGUA**

Revisada la información suministrada por EMAPISCO, SUNASS y los estudios realizados para el Programa de Agua y Saneamiento del Banco Mundial, podemos concluir que la metodología adoptada en el Proyecto de Microzonificación Sísmica ejecutado por CISMID con PGT y el BID, para la evaluación de 6 distritos de la ciudad de Lima, donde las pérdidas por kilómetro en tuberías de agua son estimadas en función de la velocidad de propagación de onda de la vibración del suelo, lo que nos diagnostica el número de roturas por kilómetro por tipo de tubería.

La estimación de la tasa de daño de tuberías de distribución de agua (el número de daños o incidentes por kilómetro de longitud de una tubería) será estimada en este estudio utilizando el método propuesto en la Universidad de Chiba Japón por los profesores Yoshihisa Maruyama y Fumio Yamazaki. De acuerdo a esta metodología la fórmula para la estimación de la tasa de daño fue propuesta por Isoyama el año 2000, luego del sismo de Kobe.





$$R_m(v) = C_p C_d C_g C_l R(v) \dots\dots (1)$$

Donde  $R_m$  es la tasa de daño por kilómetro de tubería,  $C_p$ ,  $C_d$ ,  $C_g$ , y  $C_l$  son coeficientes de corrección para el material del tubo, diámetro, condición geológica, y ocurrencia de licuefacción, respectivamente, siendo  $v$  la velocidad máxima en el sector (PGV). El valor de  $R(v)$  se estima para una tasa de daño en tuberías de hierro fundido(CIP) con rango de diámetros entre 100–150 mm en base a una regresión de valores de la base de datos de los tubos dañados por sismo en el sistema:

$$R(v) = c(v - A)^b \dots\dots\dots(2)$$

Donde  $b$ ,  $c$ , y  $A$  son los coeficientes de regresión. Considerando la base de datos del sismo de Kobe de 1995, Isoyama obtuvo el siguiente resultado para  $R(v)$ :

$$R(v) = 3.11 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.30} \dots\dots(3)$$

Yamazaki y Maruyama asumieron que el valor de  $A$  se encuentra entre 0 y 30 cm/seg. y experimentaron análisis de regresión con cambios de  $A$  en intervalos de 5 cm/seg. Según los autores consideran que el valor de  $A$  debe ser 15 cm/seg, pues con este valor la correlación entre PGV y la tasa de daño atenuada produce un valor máximo. Así, la constante  $A$  produce el mínimo PGV que causa daños en un sistema de distribución de agua. Los resultados presentados por Ioyama indican que los sistemas de distribución fallarían con PGV mayores a 15 cm/seg. Diversos autores proponen factores de  $b$ ,  $c$  y  $A$  que originan diferencia mínima en el diagnóstico. Por ejemplo en el caso de la ciudad de Tokio los valores particulares de los factores producen la siguiente fórmula:

$$R(v) = 2.24 \times 10^{-3} (v - 20)^{1.51} \quad (4)$$

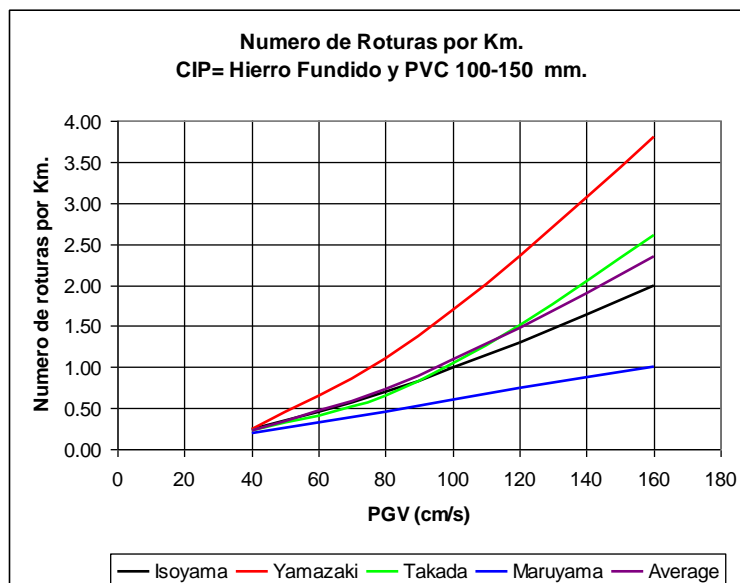


Figura 171: Roturas por Km. en tubos CIP y PVC.

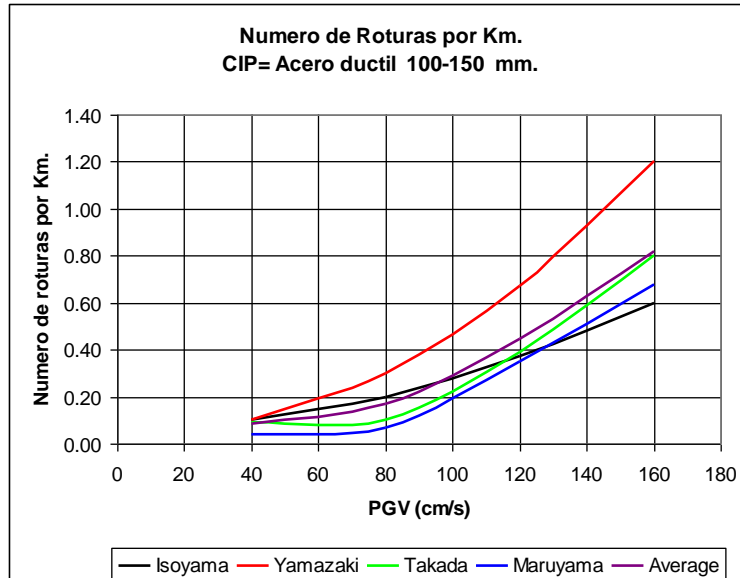


Figura 172: Roturas por Km. En tubos de acero dúctil

La Figura 171 muestra las relaciones presentadas por diversos autores para determinar el número de roturas por kilómetro de tubería de hierro fundido y PVC en función de la velocidad máxima del suelo (PGV) alcanzada durante el sismo de diseño en la zona donde se encuentran. Utilizando los datos de estos autores es posible tomar una curva promedio (“Average”) la que figura en el grafico. Considerando que la curva promedio se encuentra cercara a la curva de Isoyama, consideramos esta curva y la curva de valores máximos (Yamazaki), que se presenta en la Figura 172.

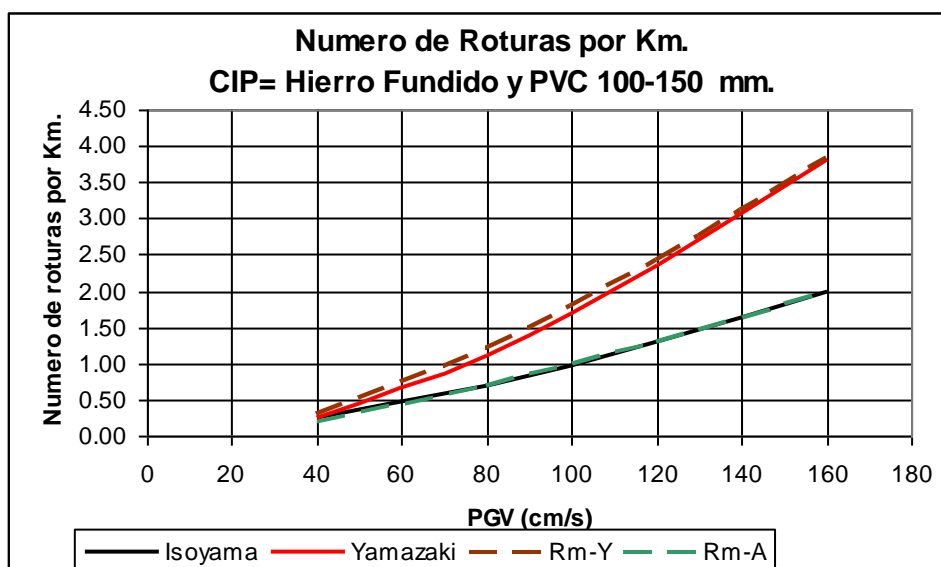


Figura 173: Curvas extremas de tasa de daño en CIP y PVC.





En el presente estudio se ha utilizado una regresión de los valores de la curva de Isoyama que aproxima el número de roturas por Km. Con la siguiente expresión:

$$R(v) = 3.0 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.305} \quad (5)$$

La Figura 172 presenta las relaciones que desarrolladas por diversos autores para la estimación de la tasa de daño por kilómetro de tubería el caso de tuberías de hierro dúctil en forma similar, a los materiales arriba expuestos. Utilizando estos datos se construye una curva promedio ("Average") la que es presentada en el grafico.

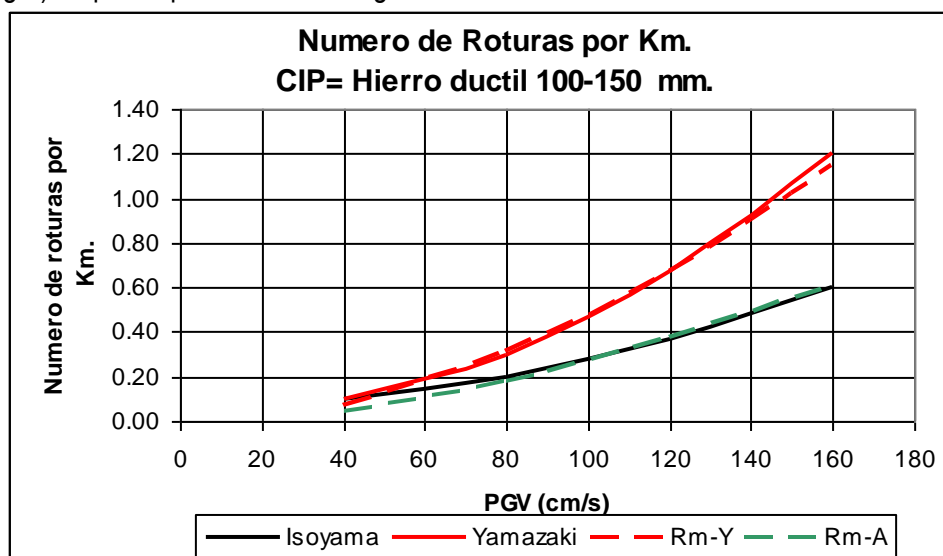


Figura 174: Curvas extremas de tasa de daño en tubería de hierro dúctil.

Usando un procedimiento similar al presentado anteriormente, en la Figura 174 se muestra las curvas de máximo valor y valor más cercano al promedio en el caso de tubería de acero dúctil. Considerando la curva de Isoyama y la curva de Yamazaki, es posible expresar mediante un análisis de regresión de los datos, el número de roturas de tuberías de acero dúctil por Kilómetro que serian afectadas por un sismo severo mediante la siguiente expresión que presenta la regresión en datos de Isoyama:

$$R(v) = 2.0 \times 10^{-4} (v - 9)^{1.6} \quad (6)$$

Considerando las funciones presentadas en las ecuaciones (5) y (6) se determina el número de roturas en las tuberías, según el tipo de material y diámetro. Estas funciones son implementadas dentro del sistema GIS para la presentación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción.

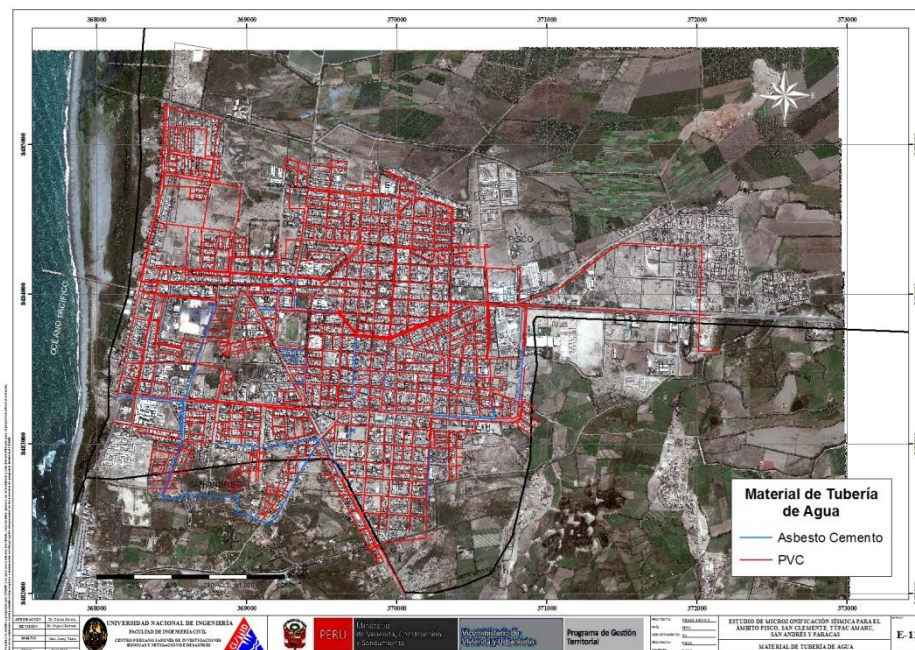
### DIAGNÓSTICO DE TUBERÍAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE PISCO

La Tabla 31 presenta los tipos de tubería por material que existen en el distrito de Pisco. Esta información se ha preparado en base de la información proporcionada por EMAPISCO. La información presenta los tipos de tubería con el rango de diámetros utilizado, considerando la existencia de un diámetro más frecuente utilizado en las líneas de conducción con su longitud

total expresada en kilómetros. Si observamos la última columna se presenta el porcentaje de tuberías por material, aquí puede leerse que las tuberías de PVC y asbesto cemento son las más usadas en la línea de conducción.

**Tabla 31:** Tipo de tuberías de agua en el distrito de Pisco.

| Material                | Tipos de Diámetros | Diametro (mm) | Diametro+Frecuente | Long. Total (m)  | Long.Total (Km) | %             |
|-------------------------|--------------------|---------------|--------------------|------------------|-----------------|---------------|
| Asbesto-Cemento         | 7                  | 110 -355      | 200                | 9198.23          | 9.20            | 7.2%          |
| PVC                     | 9                  | 90 - 355      | 200                | 118996.44        | 119.00          | 92.8%         |
| <b>Longitud Total =</b> |                    |               |                    | <b>128194.67</b> | <b>128.19</b>   | <b>100.0%</b> |



**Figura 175:** Tipos de Tuberías en el distrito de Pisco

Considerando los criterios de evaluación de Yamazaki e Isoyama fue evaluado el número de roturas por kilómetro de tubería para cada tipo de material. Basado en esta aproximación es posible conocer el número de roturas total sobre la línea de conducción, para ambos criterios. Puede leerse que bajo el criterio de Yamazaki se obtiene un mayor número de roturas que al usar el criterio de Isoyama. En el Mapa No. E-13 (ver reproducción en Figura 176 y el Mapa No. E-14 (ver reproducción en Figura 177 ) se presentan los daños probables según la metodología de Yamazaki e Isoyama, respectivamente y en la Tabla 32 se presenta un resumen de los resultados.

**Tabla 32:** Respuesta de las tuberías frente a un evento sísmico severo en distrito de Pisco.

| Tubería         | Longitud (Km) | Yamazaki    | Yamazaki          | Isoyama     | Isoyama           |
|-----------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
|                 |               | PromRotuxKm | NumRoturasTotales | PromRotuxKm | NumRoturasTotales |
| Asbesto-Cemento | 9.20          | 0.482       | 4                 | 0.491       | 5                 |
| PVC             | 119.00        | 0.631       | 75                | 0.604       | 72                |



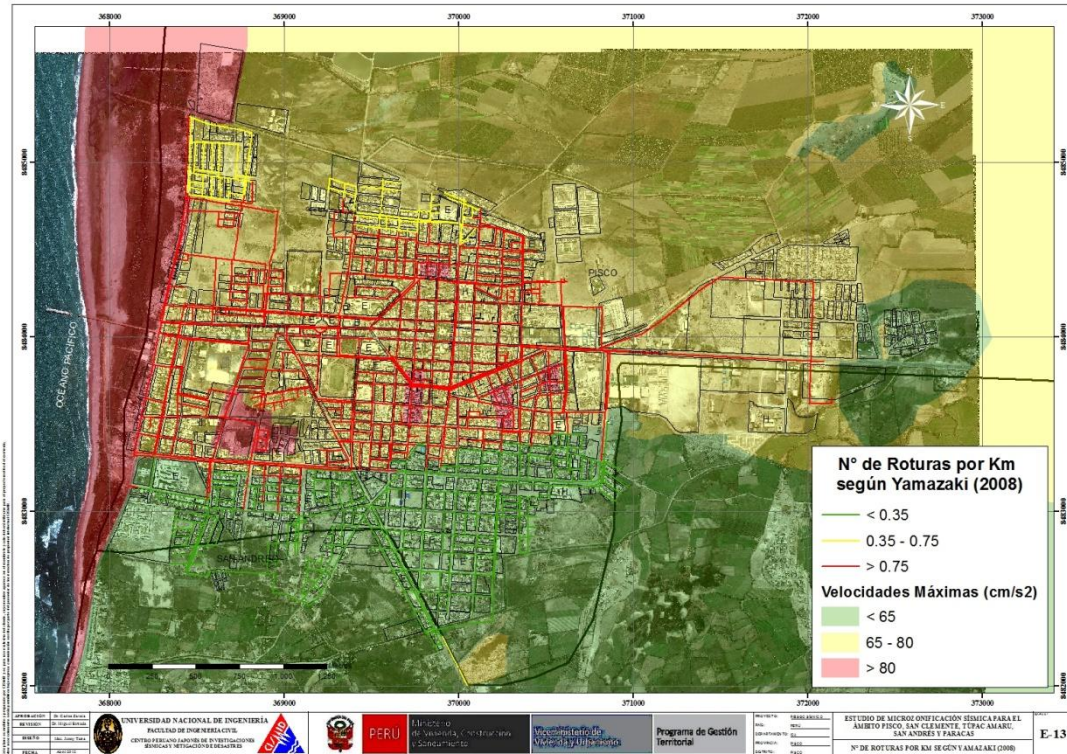


Figura 176: Roturas por criterio de Yamazaki (2008) en distrito de Pisco.

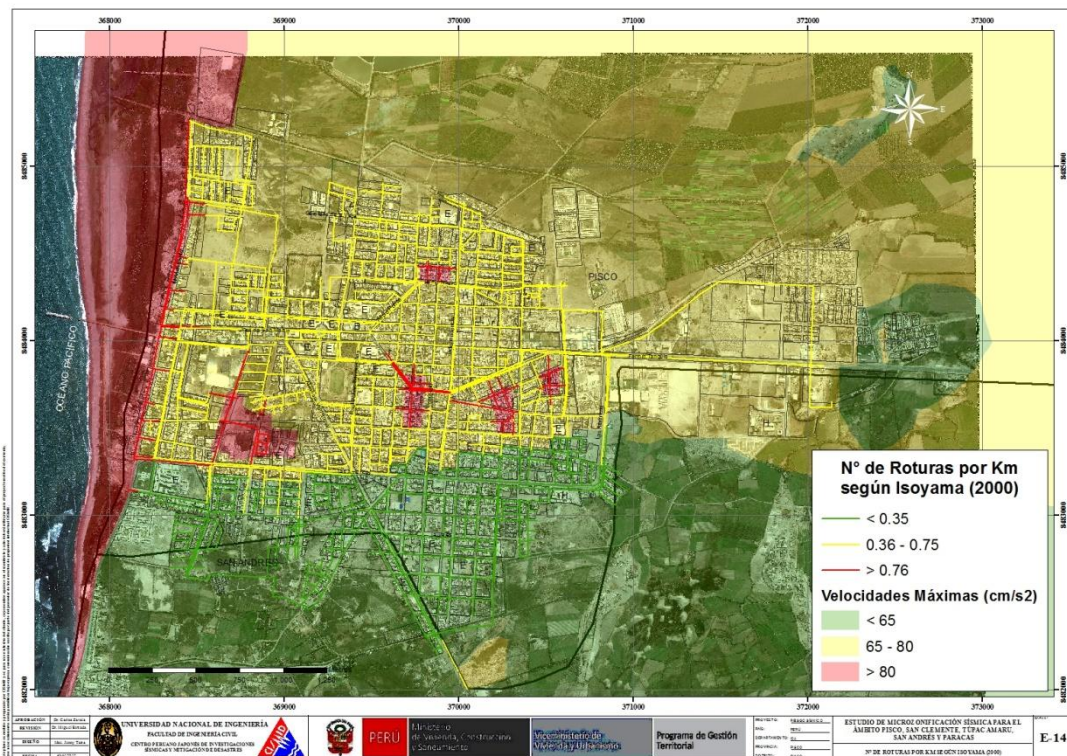


Figura 177: Roturas por criterio de Isoyama (2000) en distrito de Pisco.



### **DIAGNÓSTICO DE TUBERÍAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE SAN ANDRÉS**

La Tabla 33 presenta los tipos de tubería por material que existen en el distrito de San Andrés. Esta información se ha preparado en base de la información proporcionada por EMAPISCO. La información presenta los tipos de tubería con el rango de diámetros utilizado, considerando la existencia de un diámetro más frecuente utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Si observamos la última columna se presenta el porcentaje de tuberías por material, aquí puede leerse que las tuberías de PVC y asbesto cemento son las más usadas en la línea de conducción.

Tabla 33: Tipo de tuberías de agua en el distrito de San Andrés.

| Material        | Tipos de Diámetros | Diametro (mm) | Diametro+Frecuente      | Long. Total (m) | Long.Total (Km) | %             |
|-----------------|--------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Asbesto-Cemento | 5                  | 110 - 300     | 250                     | 3987.64         | 3.99            | 19.2%         |
| PVC             | 4                  | 110- 250      | 110                     | 16778.84        | 16.78           | 80.8%         |
|                 |                    |               | <b>Longitud Total =</b> | <b>20766.48</b> | <b>20.77</b>    | <b>100.0%</b> |



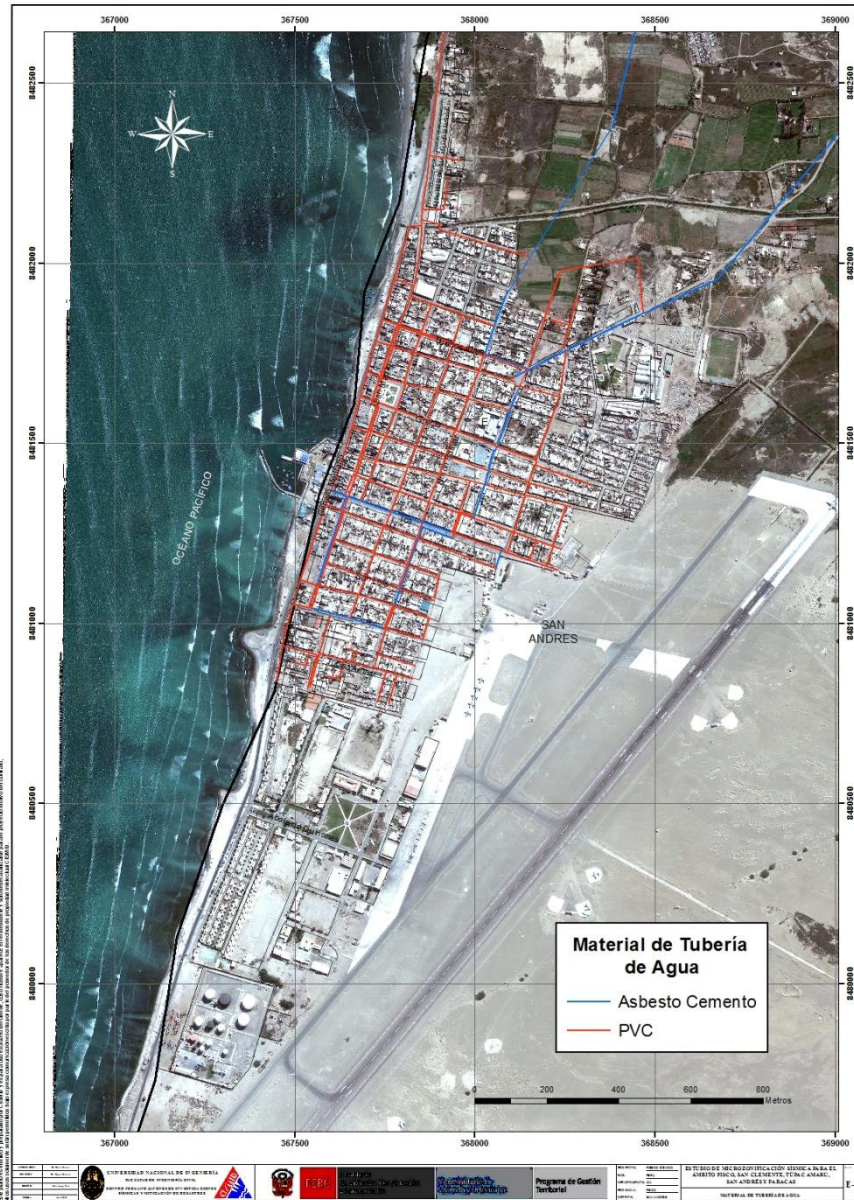


Figura 178: Tipos de Tuberías en el distrito de San Andrés

Considerando los criterios de evaluación de Yamazaki e Isoyama fue evaluado el número de roturas por kilómetro de tubería para cada tipo de material. Basado en esta aproximación es posible conocer el número de roturas total sobre la línea de conducción, para ambos criterios. Puede leerse que bajo el criterio de Yamazaki se obtiene un mayor número de roturas que al usar el criterio de Isoyama. En el Mapa No. E-13 (ver reproducción en Figura 179 y el Mapa No. E-14 (ver reproducción en Figura 180) se presentan los daños probables según la metodología de Yamazaki e Isoyama, respectivamente y en la Tabla 34 se presenta un resumen de los resultados.



Tabla 34: Respuesta de las tuberías frente a un evento sísmico severo en distrito de San Andrés

| Tubería         | Longitud (Km) | Yamazaki    | Yamazaki          | Isoyama     | Isoyama           |
|-----------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
|                 |               | PromRotuxKm | NumRoturasTotales | PromRotuxKm | NumRoturasTotales |
| Asbesto-Cemento | 3.99          | 0.240       | 1                 | 0.310       | 1                 |
| PVC             | 16.78         | 0.311       | 5                 | 0.363       | 6                 |

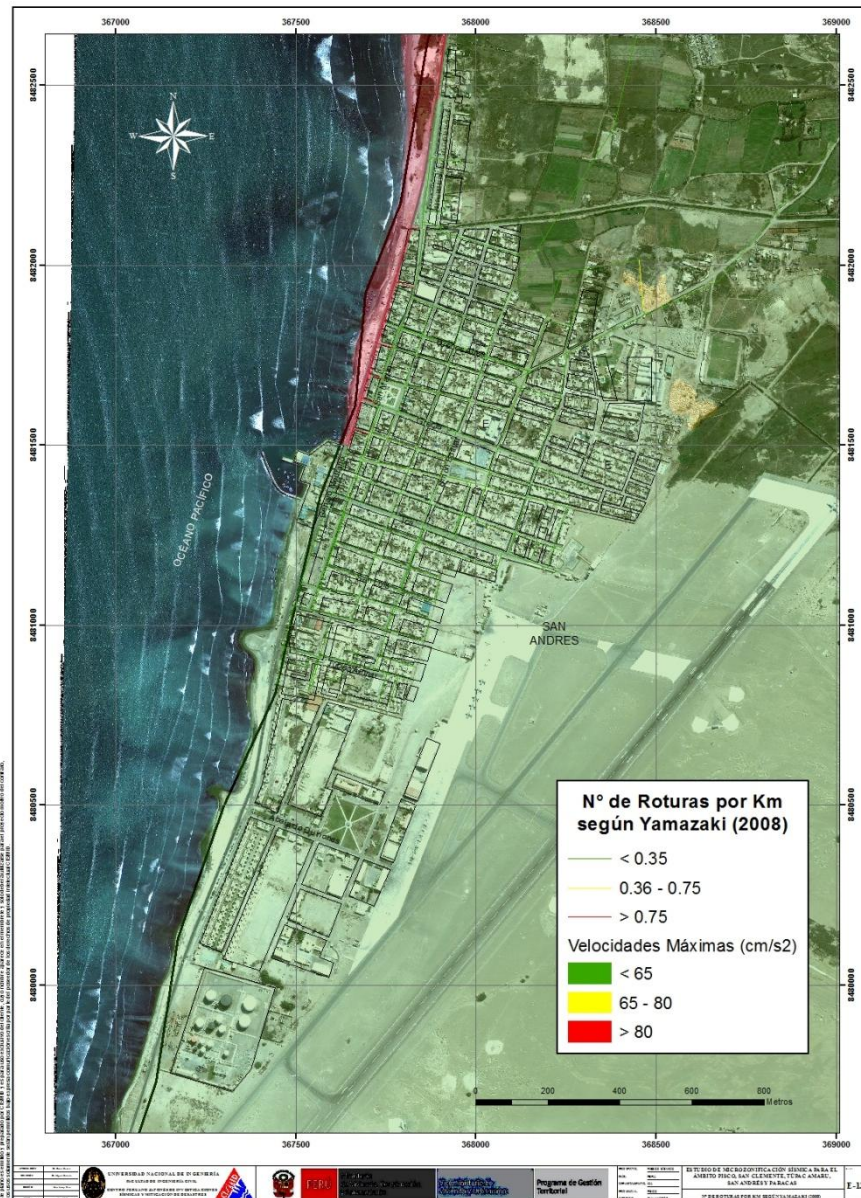


Figura 179: Roturas por criterio de Yamazaki (2008) en distrito de San Andrés.

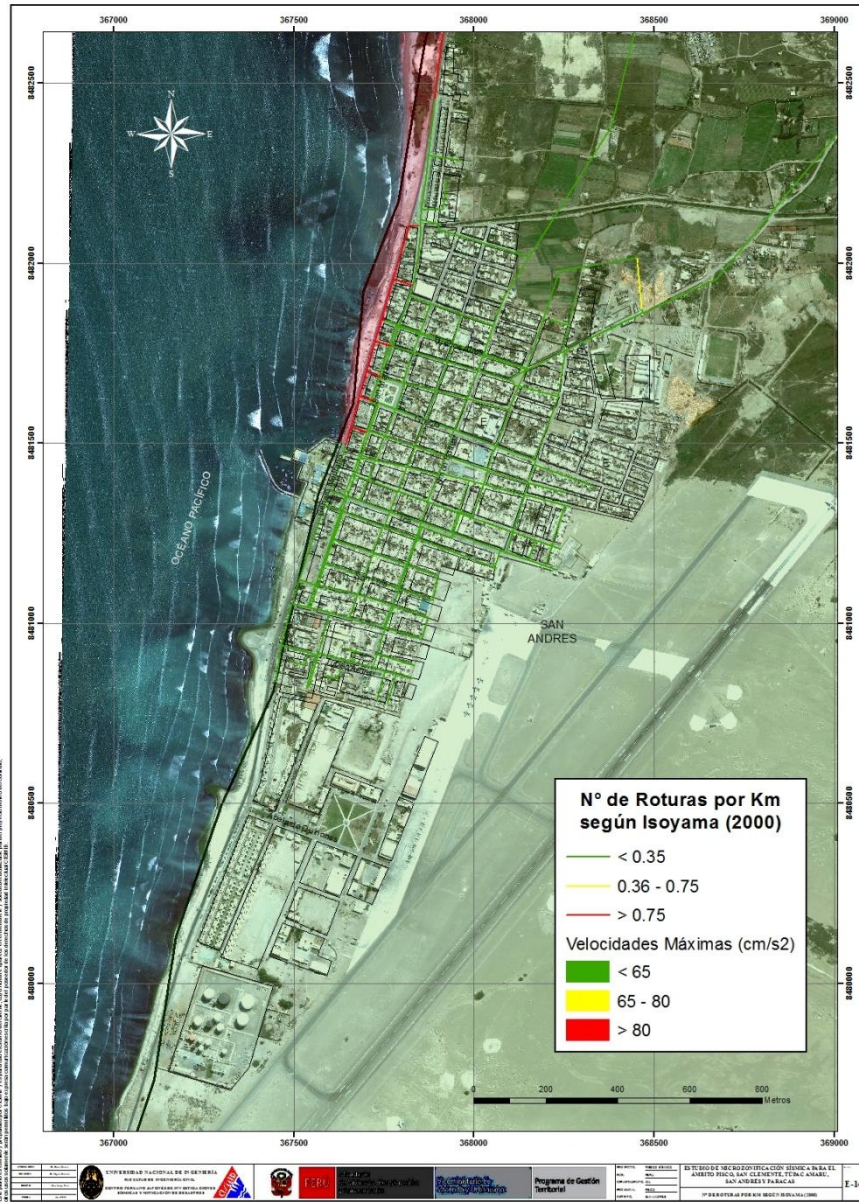


Figura 180: Roturas por criterio de Isoyama (2000) en distrito de San Andrés.

**DIAGNÓSTICO DE TUBERÍAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE TÚPAC AMARU**

La Tabla 35 se presenta los tipos de tubería por material que existen en el distrito de Túpac Amaru. Esta información se ha preparado en base de la información proporcionada por EMAPISCO. La información presenta los tipos de tubería con el rango de diámetros utilizado, considerando la existencia de un diámetro más frecuente utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Si observamos la última columna se presenta el porcentaje de tuberías por material, aquí puede leerse que las tuberías de PVC y asbesto cemento son las más usadas en la línea de conducción.



Tabla 35: Tipo de tuberías de agua en el distrito de Túpac Amaru

| Material        | Tipos de Diámetros | Diametro (mm) | Diametro+Frecuente      | Long. Total (m) | Long.Total (Km) | %             |
|-----------------|--------------------|---------------|-------------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Asbesto-Cemento | 3                  | 80 -600       | 80                      | 7172.50         | 7.17            | 28.2%         |
| PVC             | 7                  | 80 -300       | 100                     | 18253.92        | 18.25           | 71.8%         |
|                 |                    |               | <b>Longitud Total =</b> | <b>25426.42</b> | <b>25.43</b>    | <b>100.0%</b> |

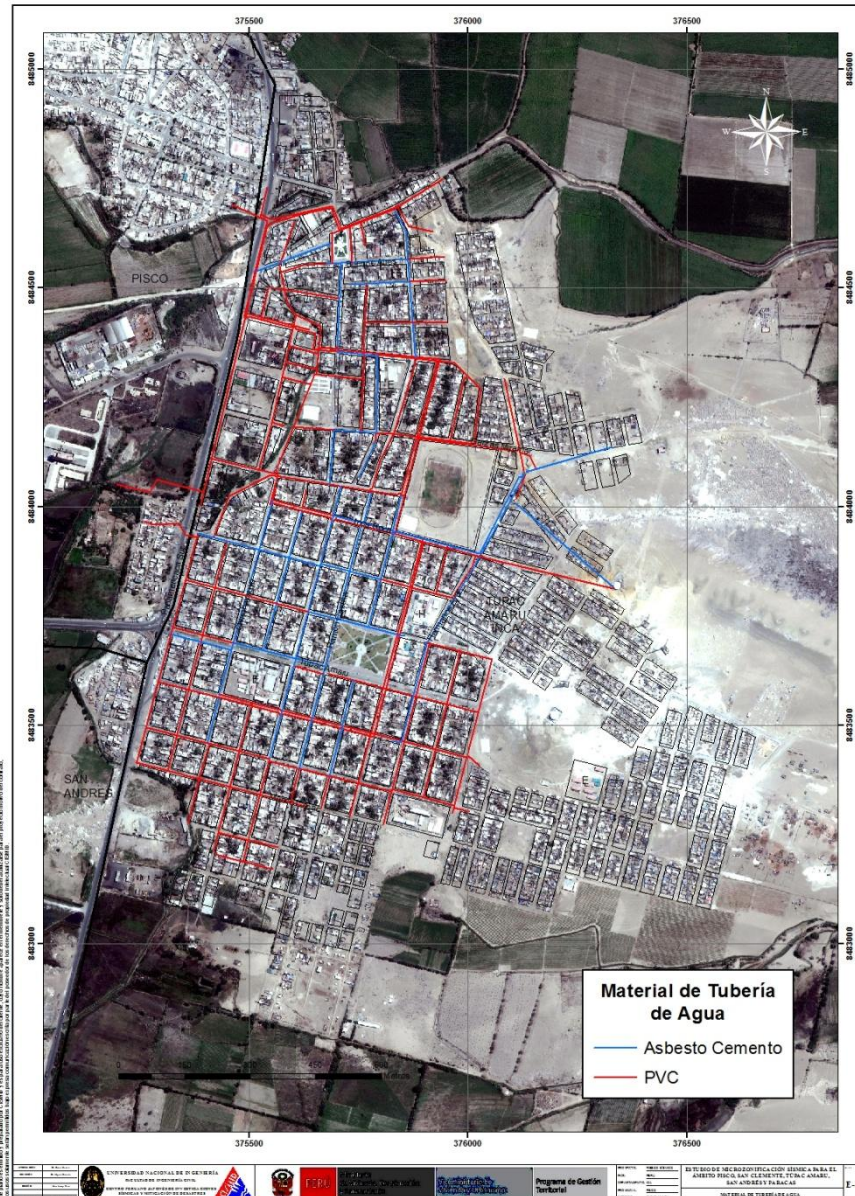


Figura 181: Tipos de Tubería de agua en el distrito de Túpac Amaru.

Considerando los criterios de evaluación de Yamazaki e Isoyama fue evaluado el número de roturas por kilómetro de tubería para cada tipo de material. Basado en esta aproximación es posible conocer el número de roturas total sobre la línea de conducción, para ambos criterios. Puede leerse que bajo el criterio de Yamazaki se obtiene un mayor número de roturas que al





usar el criterio de Isoyama. En el Mapa No. E-13 (ver reproducción en

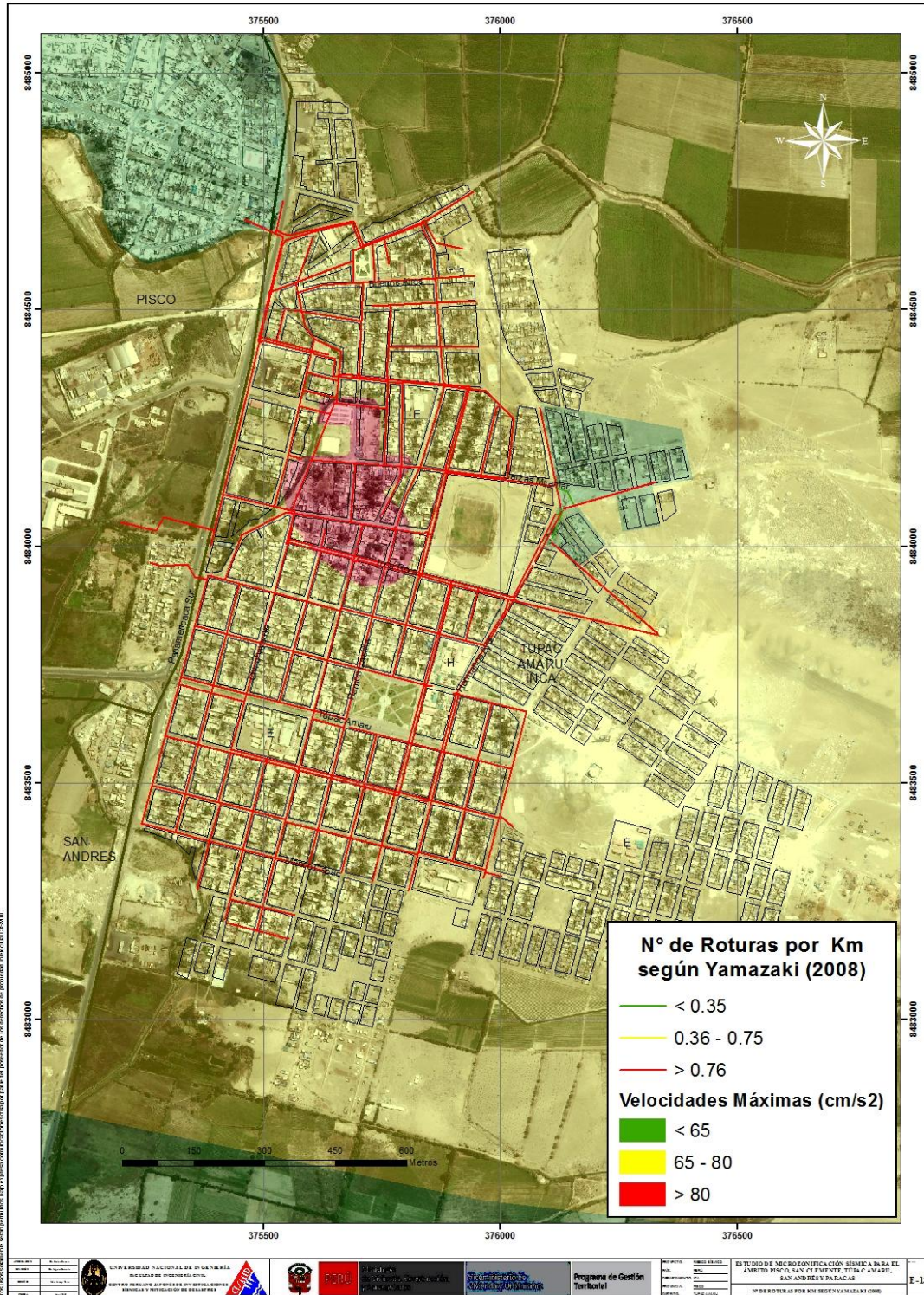




Figura 182 y el Mapa No. E-14 (ver reproducción en

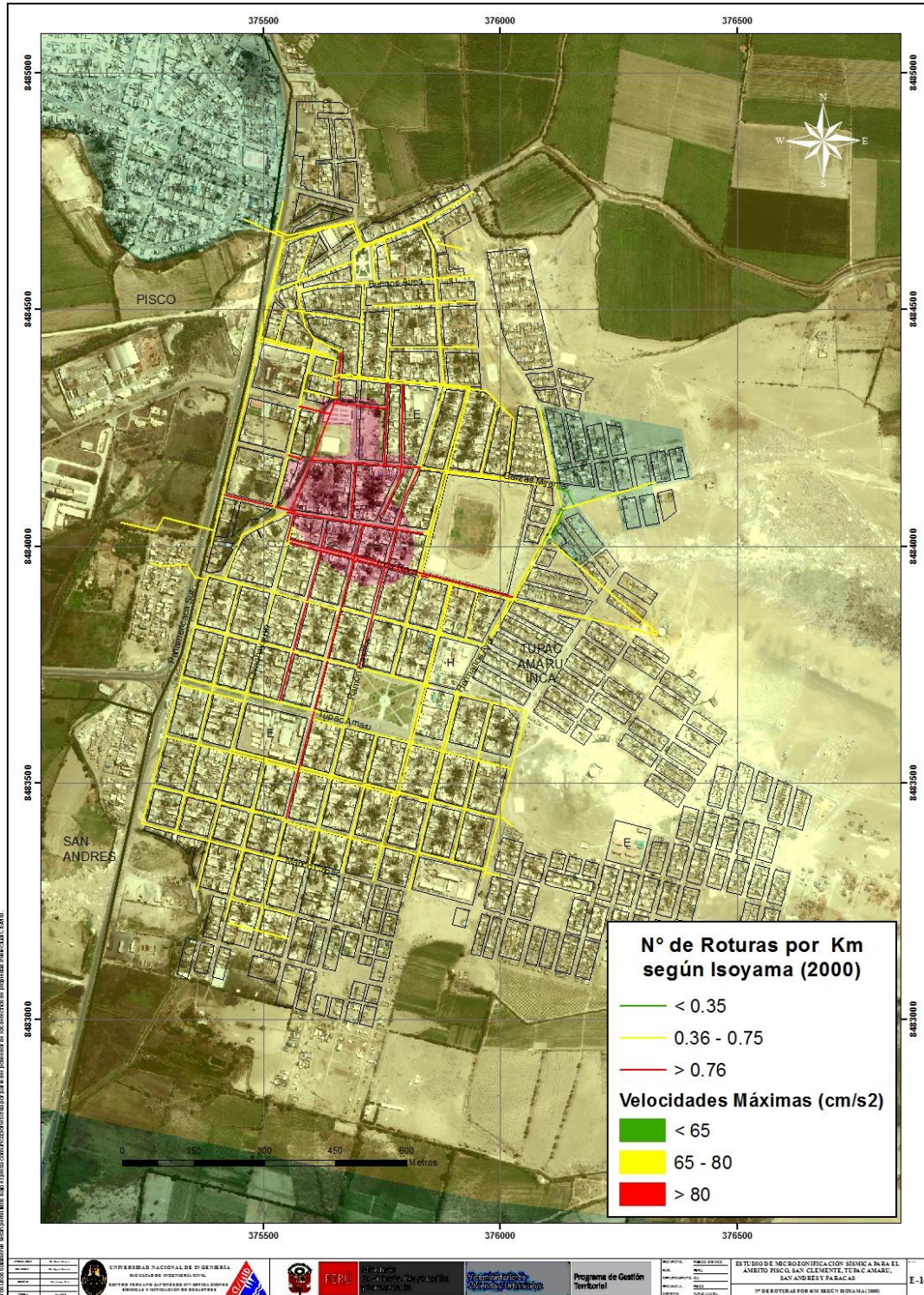


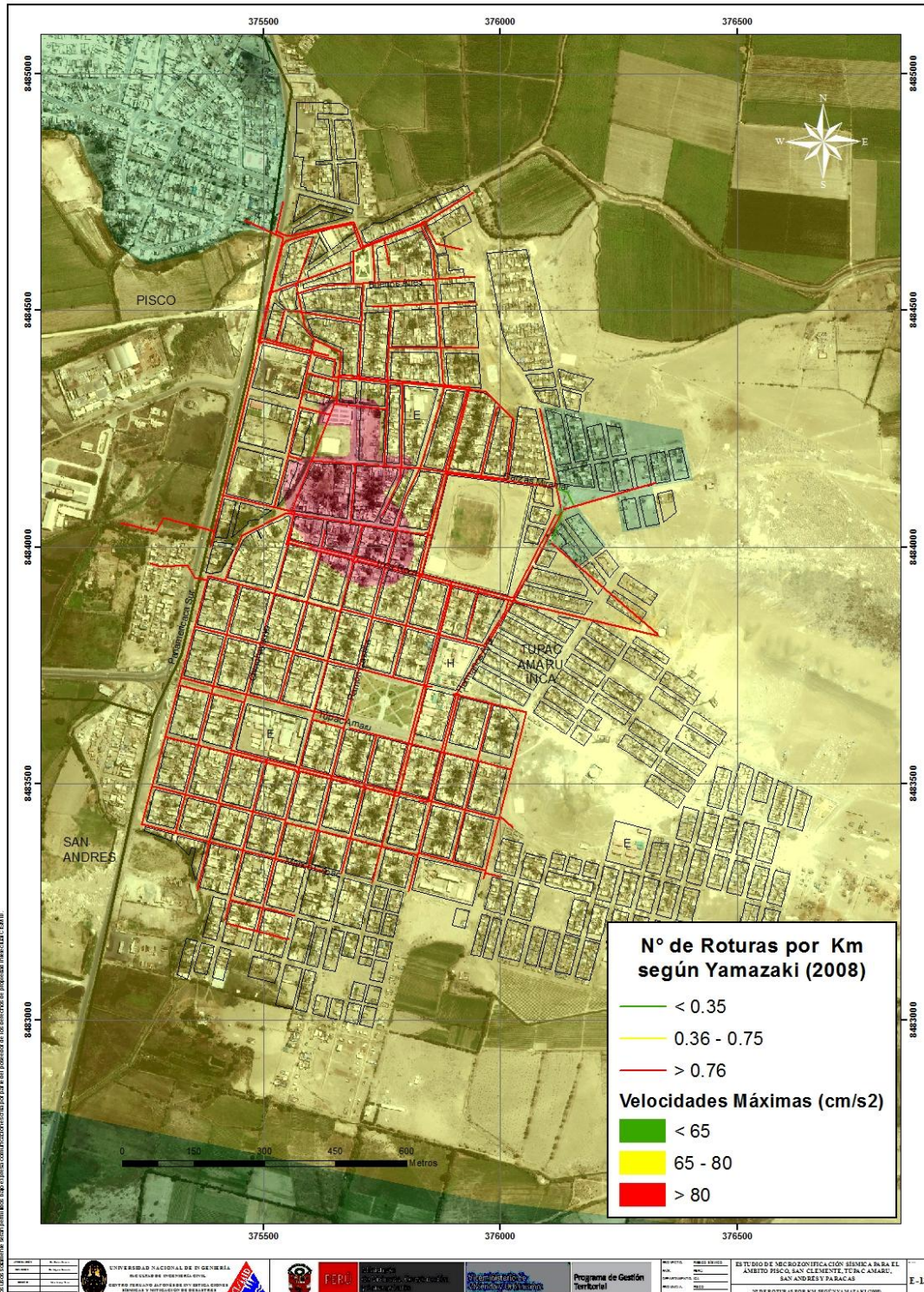
Figura 183) se presentan los daños probables según la metodología de Yamazaki e Isoyama, respectivamente y en la Tabla 36 se presenta un resumen de los resultados.



Tabla 36: Respuesta de las tuberías frente a un evento sísmico severo en Túpac Amaru.

| Tubería         | Longitud (Km) | Yamazaki    | Yamazaki          | Isoyama     | Isoyama           |
|-----------------|---------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
|                 |               | PromRotuxKm | NumRoturasTotales | PromRotuxKm | NumRoturasTotales |
| Asbesto-Cemento | 7.17          | 0.786       | 6                 | 0.718       | 5                 |
| PVC             | 18.25         | 0.783       | 14                | 0.716       | 13                |





Este documento es propiedad de CISMID. No se permite su reproducción, distribución o uso sin el consentimiento escrito de CISMID.

Figura 182: Roturas por criterio de Yamazaki (2008) en distrito de Túpac Amaru.



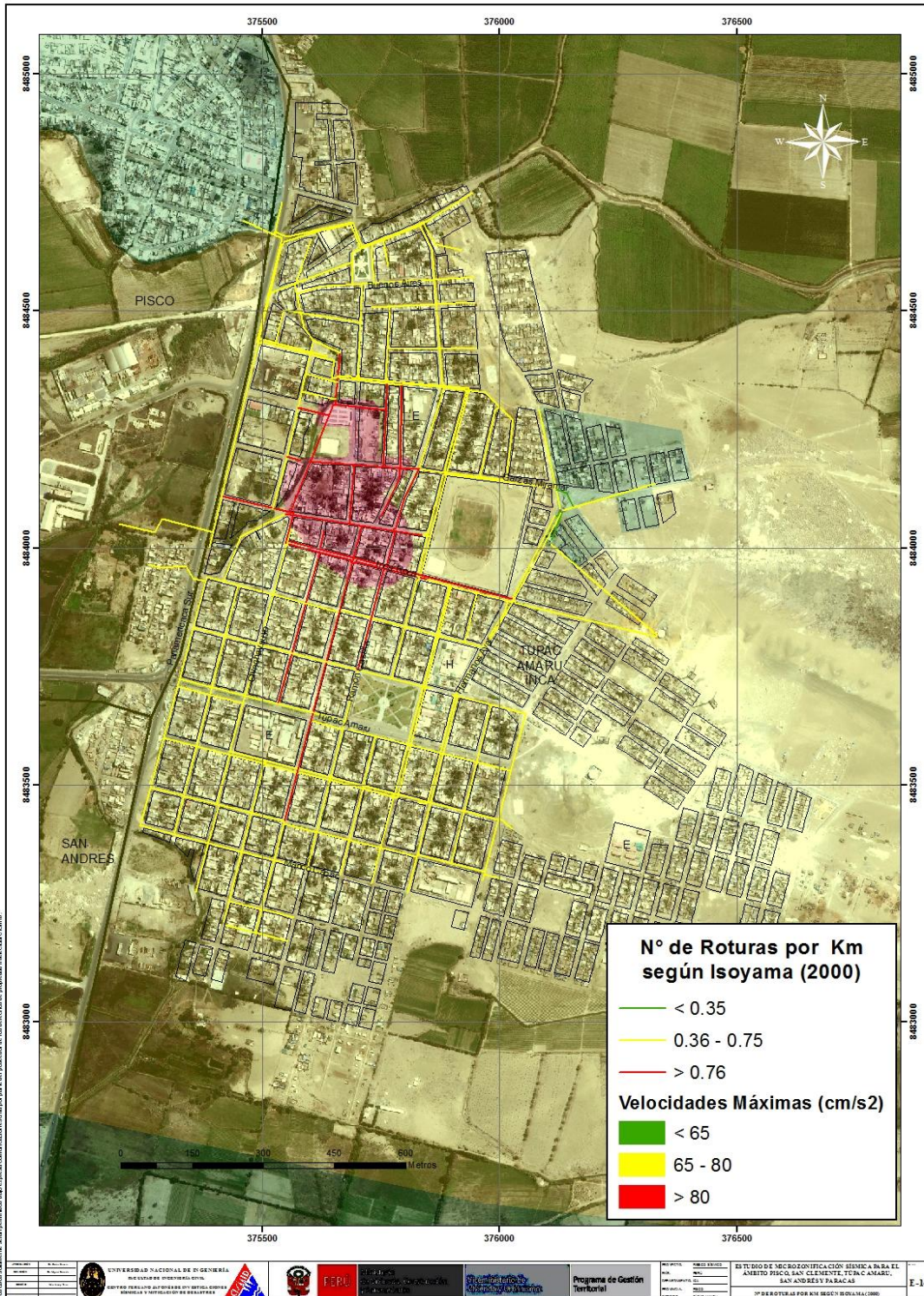


Figura 183: Roturas por criterio de Isoyama (2000) en distrito de Túpac Amaru.





## **9 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DEL SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO**

- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de Pisco, fue necesario preparar la información proporcionada por EMAPISCO, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 92.8% de las tuberías son de PVC, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías Asbesto Cemento que representan un 7.2%.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de Pisco en función del diámetro y tipo de material. Considerando el criterio de Yamazaki, se encontró que en el caso de un evento severo 75 locaciones con tuberías de PVC sufrirían roturas, mientras que existirían 4 locaciones en tuberías de asbesto cemento tendrían roturas. Debe notarse que las condiciones del suelo con altas velocidades producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Pisco, podemos afirmar que los sectores ubicados en las parte central del distrito experimentarían una concentración de daño con roturas promedio de 0.554 por kilómetro.
- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de San Andrés, fue necesario preparar la información proporcionada por EMAPISCO, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 80.8% de las tuberías son de PVC, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías Asbesto Cemento que representan un 19.2%.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de San Andrés en función del diámetro y tipo de material. Considerando el criterio de Yamazaki, se encontró que en el caso de un evento severo 5 locaciones con tuberías de PVC sufrirían roturas, mientras que existirían 1 locación en tuberías de asbesto cemento tendrían roturas.
- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de San Andrés, podemos afirmar que los sectores ubicados en las parte central del distrito experimentarían una concentración de daño con roturas promedio de 0.276 por kilómetro.
- Para la evaluación de la vulnerabilidad de las líneas de conducción de agua del distrito de Túpac Amaru, fue necesario preparar la información proporcionada por EMAPISCO, para establecer el tipo de tubería por material y diámetro más utilizado en las líneas de conducción con su longitud total expresada en kilómetros. Se encontró que el 71.8% de las tuberías son de PVC, siendo las más usadas en la línea de conducción, seguidas por las tuberías Asbesto Cemento que representan un 28.2%.
- Considerando la metodología planteada por investigadores japoneses, se tomaron las curvas de Yamazaki e Isoyama para diagnosticar el número de roturas en la línea de conducción de agua del distrito de Túpac Amaru en función del diámetro y tipo de material. Considerando el criterio de Yamazaki, se encontró que en el caso de un evento severo 14 locaciones con tuberías de PVC sufrirían roturas, mientras que existirían 6 locaciones en tuberías de asbesto cemento



tendrían roturas. Debe notarse que las condiciones del suelo con altas velocidades producen movimientos sumamente severos en el escenario de sismo severo propuesto.

- En cuanto a zonas de mayor concentración de daño por roturas de los sistemas de agua y alcantarillado del distrito de Túpac Amaru, podemos afirmar que los sectores ubicados en las casi todo del distrito experimentarían una concentración de daño con roturas promedio de 0.784 por kilómetro.
- Se recomienda que EMAPISCO complete los datos de los distritos que no se encuentra información como San Clemente y Paracas. Esto ayudara a futuros diagnosticos, pudiendo generarse en un futuro diagnósticos similares como los desarrollados en los distritos que se cuenta con datos.
- Es recomendable que EMAPISCO implemente una base de datos de las roturas en tuberías de agua y alcantarillado, tomando en cuenta la variable tiempo, ya que para el estudio de los sistemas de agua y alcantarillado es necesario conocer los tipos de tubería, material, tipo de junta, rango de diámetros y tener una base de datos de las roturas originadas por sismos severos en el tiempo y cambios de tuberías en el tiempo. Con una base de datos en estos términos sería posible realizar diagnósticos de las roturas con mayor precisión.

## 10 REFERENCIAS

- [1] Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes Journal of Structural Engineering ASCE / July 2002.
- [2] Approximate lateral deformation demands in multistory buildings - Miranda, E. (1999). Journal of Structural Engineering ASCE. /1999.
- [3] Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el calculo de vulnerabilidad sísmica – Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú / Octubre 2003.
- [4] Estimación Rápida de Desplazamientos Laterales Producidos por Sismo -Hugo Scaletti Farina – FIC – UNI /2003.
- [5] Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño –SRSND – Carlos Zavala – CISMID/FIC/UNI/ Noviembre 2007.
- [6] Efectos del Terremoto de Managua en los efectos de agua y alcantarillado - Ing. E. Pallawlecial IX Seminario Centroamericano de Ingenieros Sanitarios Panamá /Septiembre 1973.
- [7] Reducción del Daño Sísmico – Guía para empresas de agua – Organización Panamericana de la Salud (OPS) y American Water Works Association (AWWA)/ 2003.
- [8] Damage Estimation of Water Distribution Pipes following recent earthquakes in Japan – Y. Maruyama and F. Yamazaki – Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.
- [9] Post Quake Microzoning Study On Pisco and Tambo De Mora Due To August 15th 2007 Pisco Quake – C. Zavala, Z. Aguilar, and M. Estrada– Joint Conference Proceedings 7th International Conference on Urban Earthquake Engineering (7CUEE) /March 2010.





- [10] Microtrepidaciones en las ciudades de Tacna y Cusco Autor: Tokeshi Nagamine, Juan Carlos. Tesis de grado para optar título de Ingeniero Civil. UNI-FIC, 1990.
- [11] Estudio Mapa de Peligros de la Ciudad de Tacna (distritos de Tacna, Gregorio Albarracín, Pocollay y complemento Alto de la Alianza y Ciudad Nueva). Instituto Nacional de Defensa Civil, Proyecto INDECI-PNUD PER 02/51, 2004.
- [12] “Correlación entre la aceleración y velocidad máxima del suelo: Aplicación en el análisis del peligro sísmico”, (*Miguel A. Jaimes, Eduardo Reinoso, Mario Ordaz y Cesar Arredondo, 2009*), publicado en la Revista de Ingeniería Sísmica No. 81, pag. 19-35 (2009), editada por la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS).
- [13] CISMID-FIC-UNI. (2007). Microzoning of Pisco, San Luis de Cañete and Huaytara. Report for Inter American Development Bank (IDB) and Secretary of the Presidency of First Minister (PCM), Lima, PERU.
- [14] CISMID-FIC-UNI. (2008). Microzoning of Tambo de Mora and Chincha Baja. Report for World Bank (WB) and FORSUR Ministry of Housing, Lima, PERU.
- [15] Journal of Structural Engineering ASCE (July 2002) .Approximate Lateral Drift Demands in Multistory Buildings with Non uniform Stiffness - Eduardo Miranda and Carlos J. Reyes.
- [16] Journal of Structural Engineering ASCE. (1999.) Approximate lateral deformation demands in multistory buildings – Miranda Eduardo.
- [17] Carlos Zavala y Ricardo Proaño – XIV Congreso de Ingeniería Civil Iquitos Perú (Octubre 2003.)Estimación rápida de la Respuesta Sísmica en base a sistemas de un grado de libertad para el calculo de vulnerabilidad sísmica (in Spanish).
- [18] CISMID/FIC/UNI/ (Noviembre 2007) - Carlos Zavala SRSND Simulador Respuesta Sísmica y Nivel de Daño (in Spanish).