3D लेज़र स्केनिंग डोक्युमेन्टेशन फॉर इन्फोर्मिंग धि पोस्ट-अर्थकवेक रिकवरी ऑफ़ हेरिटेज सेटलमेन्टस:

ए प्रेक्टिकल गाइड

ICCROM

NTU

CHC CENTER FOR HERITAGE CONSERVATION

CRDF CEPT RESEARCH AND DEVELOPMENT FOUNDATION

hunnarshālā FOUNDATION

3D लेज़र स्केनिंग डोक्युमेन्टेशन फॉर इन्फोर्मिंग धि पोस्ट-अर्थकवेक रिकवरी ऑफ़ हेरिटेज सेटलमेन्टस:

ए प्रेक्टिकल गाइड

ICCROM

NTU Nottingham Trent University
School of Architecture, Design and the Built Environment

CHC CENTER FOR HERITAGE CONSERVATION

CRDF CEPT RESEARCH AND DEVELOPMENT FOUNDATION

hunnarshālā FOUNDATION

संपादन:
मुख्य संपादक: डॉ. रोहित जिज्ञासु और सुकृत सेन (ICCROM); सह संपादक: डॉ. बनडिट डेविलट और डॉ. फिलिपे लानुज़ा (नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी - NTU)

पृष्ट/ग्राफ़िक डिज़ाइन: अनलिमिटेड

प्रूफ़ रीडिंग: दारा जोकिलेतो

हिन्दी अनुवाद: प्रियांका दवे

हिन्दी प्रूफ़ रीडिंग: मृदुला माने

यह दस्तावेज़ अनुसंधान परियोजना: भारत के भूकंप आशंकित धरोहर विस्तारों के लिए अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक आधारित चिरस्थायी (Sustainable) पुन:निर्माण कार्यप्रणाली (ए सस्टेइनेबल रि-कंस्ट्रकशन मेथड फॉर सिस्मिक-प्रोन हेरिटेज एरियास ऑफ़ इन्डिया बेस्ड ओन एडवान्स रिकोर्डिंग टेकनोलोजीस) का भाग है। परियोजना के लिए वित्तीय सहायता UKRI आर्टस एन्ड ह्युमैनिटीज़ रिसर्च काउन्सिल (AHRC) और डिपार्टमेन्ट फॉर डिजिटल, कल्चर, मिडिया एन्ड स्पोर्ट (DCMS) द्वारा दी गई थी।

परियोजना नेतृत्व: सेन्टर फॉर आर्किटेक्चर, अर्बनिज़म एन्ड ग्लोबल हेरिटेज, नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी।

परियोजना सहयोगी: सेन्टर फॉर हेरिटेज कोन्सर्वेशन (CHC), सेप्ट (CEPT) यूनिवर्सिटी; धि इंटरनेशनल सेन्टर फॉर धि स्टडी ऑफ़ धि प्रिज़र्वेशन ऑफ़ कल्चरल प्रोपर्टी (ICCROM); हुन्नारशाला फाउन्डेशन।
प्रदानकर्ता: एम. गमाल अब्देल्मोनेम (NTU) और डॉ. जिज्ञा देसाई (CHC CRDF)

Attribution-NonCommercial-NoDerivatives CC BY-NC-ND

Copyright: © 3D for Heritage India NTU. **www.3D4heritageindia.com**

नोटिंघम, यु.के. २०२३

अनुक्रम

4 प्रस्तावना

7 १. परिचय
8 १.१ भूकंप बाद दस्तावेजीकरण क्यों महत्तवपूर्ण है ?
13 १.२ यह मार्गदर्शिका का उदेश्य
14 १.३ भूकंप बाद की दस्तावेजीकरण प्रक्रिया में 3DLS से मिलने वाले लाभ
21 १.४ आयोजन और संसाधन

23 २. दस्तावेजीकरण प्रक्रिया
24 २.१ उपकरण
26 २.२ पूर्व तैयारीयाँ
30 २.३ नैतिक विचार मुद्दें
34 २.४ स्थल पर डेटा एकत्रीकरण
36 २.५ डेटा का पोस्ट-प्रोसेसिंग
36 २.५.१ डेटा रजिस्ट्रेशन
36 २.५.२ अलग-अलग स्वरूपों में देखना (Visualization), निर्यात करना और परिणाम
36 २.५.३ डेटा की सुलभ्यता, उसे सुरक्षित रखना और सुधारते रहना

41 ३. भूकंप बाद विश्लेषण के लिए 3DLS
42 ३.१ विशिष्टताओं का विश्लेषण
60 ३.२ पारंपरिक निर्माणों में परिवर्तनों की पहचान और विश्लेष्ण
65 ३.३ भूकंप से पहुंची क्षति का आकलन और भूकंप जोखिम

79 ४. अंत में
80 ४.१ आभार व्यक्त
82 ४.२ छवि ऋण
83 ४.३ शब्दावली
84 ४.४ संदर्भ सूची
86 ४.५ अभ्यास दृष्टांत
86 ४.५.१ चिली के स्थानीय परंपरागत नगरों और गाँवों/विस्तारों में भूकंप बाद के जोखिम आकलन और पुन:निर्माण के लिए अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक
90 ४.५.२ प्रशिक्षण के रूप में दस्तावेजीकरण: अहमदाबाद के ऐतिहासिक विस्तार में स्थित दो आवासों की दस्तावेजीकरण प्रक्रिया

प्रस्तावना

कुदरती और मानव-प्रेरित संकट, खास कर भूकंप जैसी कुदरती आपदाएँ मानव जीवन, भवनों और संसाधनों के लिए बहुत बड़ा खतरा है। भूकंप बाद परंपरागत नगर/गाँव और उनकी परंपरागत आवास व्यवस्था के पुन:निर्माण में कई समस्याओं का सामना करना पडता है। जैसेकि, नुकसानों का योग्य और सटिक आकलन, क्षतिग्रस्त आवासों को गिराये जाने से बचाना और स्थानीय निवासियों के दूसरी जगह बस जाने से खड़ी होती विस्थापन की समस्या। इन समस्याओं के साथ स्थानीय निर्माण ज्ञान को भी खो देने की संभावना बढ़ जाती है।

धरोहर विस्तारों के संदर्भ में एक मुख्य चुनौती है, भूकंप बाद संरचनाओं का क्षति आकलन। जिसके लिए विशेष ज्ञान और उनके दस्तावेजीकरण की आवश्कता है। इस मुद्दे को ध्यान में रखते हुए, परंपरागत नगरों/गाँवों के संरक्षण और उनके ऐतिहासिक मूल्य को बढ़ाने के लिए उनके निर्मित पर्यावरण और जीवन शैली को सटिक और विस्तृत रूप से दस्तावेज़ किया जाना अत्यंत महत्त्वपूर्ण है। इसके लिए, रिकोर्डिंग तकनीकों में हुए अभूतपूर्व आविष्कार सीमित समयावधि में अधिक से अधिक मात्रा में मापे जा सकने वाले डेटा प्राप्त करने की अपनी क्षमता के कारण अत्यंत महत्त्वपूर्ण हैं।

यह मार्गदर्शिका दर्शाती है कि, कैसे टेरेस्ट्रिअल 3D लेज़र स्केनिंग (3DLS, LiDAR से भी जानी जाती) और फोटोग्राफी भूकंप बाद पुन:निर्माण और पुन:प्राप्ति की गतिविधियों में सहायक बन सकती हैं। आपदा बाद पुन:प्राप्ति के लिए धरोहर विस्तारों से जुड़े आर्थिक, सामाजिक और भौतिक पहलुओं को समझना आवश्यक है। यह मार्गदर्शिका निर्मित धरोहर के भौतिक पहलुओं के दस्तावेजीकरण पर ध्यान केन्द्रित करती है। समुदाय के लोगों का अपने गाँव और जगहों के साथ एक अतूट भावनात्मक संबंध स्थापित करने में इन भौतिक पहलुओं का महत्त्वपूर्ण योगदान रहता है। इस मुद्दे को ध्यान में रखते हुए, 3DLS और फोटोग्राफी पारंपरिक नगरों और गाँवों के सटिक रिकोर्डिंग और दस्तावेजीकरण को शक्य बनाती है। जोकि भूकंपीय नुकसानों और जोखिम के विस्तृत आकलन के लिए सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण है। इस तकनीक से एकत्रित किए गए विझ्युअल और मेट्रिक डेटा द्वारा स्थल की 'जीवंत धरोहर' (संस्कृति अथवा समुदाय के निरंतर विकसित होते रहते सांस्कृतिक तौर-तरीकें और उनके द्वारा विकसित पारंपरिक ज्ञान व्यवस्था) का वरचुअल रिकोर्ड तैयार किया जा सकता है। इतना ही नहीं, वह समुदायों को अपनी धरोहर की सराहना करने के लिए नया दृष्टिकोण प्रदान करती है और साथ ही उन्हें इस आधुनिक तकनीक की जानकारी द्वारा उसका संरक्षण कर सकने के लिए भी सक्षम बनाती है।

यह तकनीक लंबे समय में सांस्कृतिक रूप से संवेदनशील पुन:निर्माण के ऐसे मॉडल को विकसित करने में सहायक बन सकती है, जो पारंपरिक जीवन शैली और सामाजिक-सांस्कृतिक तौर-तरीकों को अनदेखा न करता हो और उन पर हावी भी न होता हो । इस मार्गदर्शिका का भूकंपीय घटना से पहले और बाद में उपयोग किए जाने से अधिक से अधिक धरोहर भवनों को संरक्षित किया जा सकता है और साथ ही उनके संरक्षण कदमों की गुणवत्ता को भी सुधारा जा सकता है । इसके द्वारा सार्वजनिक नीतियों में सुधार लाते हुए इन भवनों और मानव जीवन पर बने जोखिम को कम किया जा सकता है ।

यह मार्गदर्शिका का प्राथमिक उदेश्य टेरेस्ट्रियल 3D लेज़र स्केनिंग तकनीक द्वारा परंपरागत आवास व्यवस्था का दस्तावेजीकरण करना है । बेला (कच्छ, गुजरात) के अभ्यास दृष्टांत द्वारा यह मार्गदर्शिका भूकंप बाद टेरेस्ट्रियल 3D लेज़र स्केनिंग का उपयोग कर के परंपरागत आवास व्यवस्था के दस्तावेजीकरण के लिए ध्यान में रखने वाले मुद्दों और कार्यविधि को प्रस्तुत करती है । यह ध्यान में लिया जाए कि, यहाँ प्रस्तुत 3DLS एक व्यापक और अधिक सर्वसमावेशक कार्यप्रणाली का भाग है । जिसमें सामुदायिक जुड़ाव, सामाजिक सर्वेक्षण, ऐतिहासिक पूछ-ताछ, फोटोग्राफी और वीडियो जैसे रिकोर्डिंग और प्रस्तुति के माध्यम भी समाविष्ट है । इस कार्यप्रणाली के अंतर्गत भारत में और संभवत: विश्व के अन्य देशों में भी भूकंप असरग्रस्त पारंपरिक आवास व्यवस्था और विस्तारों में 3DLS के सफल अमलीकरण के लिए सहयोगी पुन:निर्माण रणनीतियाँ और संस्थाकीय व्यवस्था आवश्यक है ।[१]

१ यह कार्यप्रणाली और बेला में की गई प्रायोगिक परियोजना में इसके अमलीकरण की विस्तृत माहिती सामायिक में प्रकाशित लेख के रूप में **www.3d4heritageindia.com** पर उपलब्ध है ।

FARO
FOCUS

१. परिचय

१. परिचय

१.१ भूकंप बाद दस्तावेजीकरण क्यों महत्तवपूर्ण है ?

परंपरागत नगर/गाँव और उनकी परंपरागत आवास व्यवस्था कई बार भूकंप के सामने टिक नहीं पाती । भूकंप जैसी घटनाएँ उनके मूर्त और अमूर्त दोनों ही प्रकार के धरोहर मूल्य को हानि पहुँचाती है । भूकंप बाद की परिस्थितियों में तत्काल प्रतिक्रियाओं में प्राथमिकता मानव जीवन बचाना, भोजन सामग्री, दवाइयाँ और आश्रय उपलब्ध कराना होती हैं ।

जैसेकि इटली के ला'क्विला (२००९) और अमेन्दोला (२०१६) अथवा चिली के मान्के (२०१०) में देखा गया, कई बार आपदा से प्रभावित धरोहर विस्तारों की पुन:प्राप्ति और पुन:निर्माण के लिए खास कदम उठाए जाने में सालों लग जाते हैं (तस्वीर १) । भारत में १९९३ और २००१ में आए भूकंप से बूरी तरह प्रभावित हुए नगरों और गाँवों में ऐतिहासिक गाँव किल्लारी और अधोई भी शामिल थे । वहाँ इतना नुकसान हुआ और विनाश फैला की कई स्थानीय निवासियों ने अपने घरों को त्याग दिया अथवा वह ऐसी नई जगह बसने पर मजबूर हुए जो उनकी परंपरा और संस्कृति को अनुकूल नहीं थी (जिज्ञासु २००२) ।

१. अमेन्दोला, इटली में २०१६ में आये भूकंप में क्षतिग्रस्त आवास की तस्वीर । लकड़ी के अतिरिक्त सहारे द्वारा संरचनात्मक ढाँचे को एक साथ पकड़ के रखा गया है ।

परंपरागत आवास व्यवस्था अन्य भव्य भवनों और स्मारकों के मुकाबले कम ही ध्यानाकर्षित करती है । परंतु, समुदायों और उनके नगर/गाँव को सांस्कृतिक धरोहर के रूप में विशेष पहचान प्रदान करते ऐतिहासिक, स्थापत्य और सामाजिक मूल्यों में उसका योगदान बहुत ही महत्त्वपूर्ण होता है । यह आम लगने वाले परंतु अर्थपूर्ण निर्माण सामूहिक बेनाम कोशिशों का परिणाम होते हैं (तस्वीर २) । इसलिए, साधारण निर्माण तरीकों से बने यह आवास एक समूह के रूप में सांस्कृतिक दृष्टि से मूल्यवान हैं (गुआर्डा १९८८) ।

परंपरागत आवास व्यवस्था और विस्तार स्थानीय निर्माण ज्ञान के वाहक भी हैं । यह ज्ञान द्वारा कई बार आपदा जोखिम अल्पीकरण उपाय विकसित किए जा सकते हैं । जैसेकि नेपाल के परंपरागत राजबंसी, गुरुंग और मगर (गौतम, पटेनो, भेटवाल और नेउपाने, २०१६) आवास और अहमदाबाद के पोळ आवासों की परंपरागत निर्माण तकनीक में भूकंप प्रतिकारक विशेषताएँ विकसित हैं । परंतु, समयांतर हुई भूकंप की मिलीझुली असरों और उचित मरम्मत और रख-रखाव के अभाव के परिणाम स्वरूप उन्हें ध्वस्त कर दिए जाने का खतरा बना रहता है (युनेस्को – UNESCO २००१) (तस्वीर ३) । नई संरचनाओं को अधिक भूकंप प्रतिरोधक बनाने के लिए तो निर्माण सहिंता (Building code) में कई सुधार किए गए हैं, लेकिन मौजूदा स्थानीय परंपरागत भवनों के प्रति उचित ध्यान नहीं दिया गया । कारण इसके, परंपरागत नगरों और गाँवों के निर्मित विस्तार प्रतिस्थापन (Replacement) को ले कर अत्यंत सवेंदनशील होते हैं (डेविलट २०२१) । इतना ही नहीं, अमल में लाए गए आधुनिक समकालीन निर्माण उपायों के कारण मौजूदा परंपरागत संरचनाएँ अपना मूल स्वरूप धीरे-धीरे खोने लगती हैं और इसके साथ समुदायों द्वारा पीढ़ी दर पीढ़ी विकसित स्थानीय निर्माण ज्ञान भी लुप्त होने लगता है । इन परंपराओं का लुप्त होना समुदायों को फिर से उठ-खडा होने की प्रक्रिया से भी अलग करता है ।

२. स्युनिका, चिली में नियमित रख-रखाव और रेन्फोर्समेन्ट के कारण २०१० में आये भूकंप से बचा मिट्टी से बना आवास ।

३. आवास की तस्वीर - बेला, गुजरात (भारत) ।

3D लेज़र स्केनिंग दस्तावेजीकरण प्रक्रिया को प्रारंभिक दौर में ही प्रयोग में लाने से असरग्रस्त संरचनाओं के बारे में समय पर योग्य निर्णय लेने की प्रक्रिया में सहायता मिलती है । आम सुरक्षा और सहायता पहुँचाने के मुद्दों को ध्यान में रखते हुए आवश्यक है कि, इस दस्तावेजीकरण प्रक्रिया का अमल आपातकालीन सहाय दल, संबंधित प्राधिकरण (Authorities) और असरग्रस्त समुदायों के साथ योग्य समन्वय साध कर किया जाए । पारंपरिक नगरों, गाँवों और संरचनाओं का दस्तावेजीकरण 3DLS जैसी अत्याधुनिक तकनीकों को उपयोग में लेती नवीन कार्यप्रणालीओं द्वारा किए जाने की स्पष्ट आवश्कता है । साथ ही, प्राप्त माहिती को धरोहर मूल्यों को संरक्षित करने और उन्हें पुन:निर्माण प्रक्रिया के साथ सम्मिलित करने के कार्य में उपयोग में लेने की आवश्कता है । इसके अतिरिक्त, इस माहिती को भूकंप बाद की प्रतिक्रियाओं से आगे सार्वजनिक नीतियों में सुधार लाने और जोखिम अल्पीकरण की बहेतर रणनीतियों के गठन कार्य में भी उपयोग में लिया जाना चाहिए । जोखिम अल्पीकरण की ऐसी रणनीतियाँ जिनका उदेश्य हो संरक्षित स्थानीय परंपरागत भवनों की संख्या और स्थिति में बढ़ोतरी करना, और इन भवनों और मानव जीवन पर बने जोखिमों को घटाना ।

भूकंप प्रभावित पारंपरिक नगरों और गाँवों में 3DLS तकनीक आधारित पुन:निर्माण की प्रभावी कार्यप्रणाली में निम्नलिखित मुख्य विचार मुद्दों को ध्यान में लिया जाना चाहिए :

समग्रता (Holistic): चाहिए की एकत्रित किया गया डेटा पूरे नगर/गाँव, उसके आस-पास के विस्तार से ले कर व्यक्तिगत भवनों सहित की बहुस्तरीय स्पष्ट समझ देता हो । जोकि उस नगर/गाँव के भौतिक, सामाजिक, सांस्कृतिक और आर्थिक जैसे विभिन्न पहलुओं के विश्लेष्ण में सहायक बन सके । इसके लिए, 3DLS टेकनोलोजी के साथ अन्य पूरक सर्वेक्षण पद्धतियों को भी सम्मिलित किया जाए । जैसेकि फोटोग्राफी, देख के निरीक्षण करना और सामुदायिक सर्वेक्षण ।

चिरस्थायी (Sustainable): दस्तावेजीकरण प्रक्रिया अर्थपूर्ण तरीके से स्थानीय समुदाय के साथ जुड़ती और उसे प्रक्रिया में शामिल करती हो । दस्तावेजीकरण आवासों की भौतिक, सामाजिक और जगह आयोजन संबंधी विशिष्टताओं सहित उसके आस-पड़ोस के विस्तार और पूरे नगर/गाँव के आयोजन की बहेतर दृश्य समझ देता हो । ऐसा दस्तावेजीकरण भूकंप बाद की दीर्घकालीन और चिरस्थायी (Sustainable) भौतिक, सामाजिक और आर्थिक पुन:प्राप्ति प्रक्रिया को बढ़ावा देने के लिए बहुत ही महत्त्वपूर्ण है ।

प्रतिकारक्षमतापूर्ण (Resilient): सटिक दस्तावेजीकरण निम्नलिखित मुद्दों के लिए अत्यंत आवश्यक है:

- व्यक्तिगत भवनों और आस-पड़ोस के विस्तार के भवन समूहों के विस्तृत विश्लेष्ण के लिए ।
- भूकंप से कितनी क्षति पहुँची है, इसके आकलन के लिए ।
- मौजूदा अतिसंवेदनशील भौतिक और सामाजिक स्थिति को पहचानने के लिए ।
- समय के साथ विकसित भूकंप प्रतिरोधक परंपरागत स्थानीय निर्माण पद्धतियों को बचाए रखने के लिए ।

इससे संरचनाओं और नगर/गाँव की स्थानीय परंपरागत विशिष्टताओं को बनाये रखते हुए वहाँ की मौजूदा अतिसंवेदनशील स्थिति को संभाला और सुधारा जा सकता है । यह करते हुए भवनों की जोखिमभरी स्थिति की जानकारी देने और पुन:निर्माण की प्रक्रिया में सुधार किया जा सकता है ।

१.२ यह मार्गदर्शिका का उदेश्य

यह मार्गदर्शिका दर्शाती है कि, किस तरह 3DLS दस्तावेजीकरण पारंपरिक नगरों/गाँवों का भूकंप बाद समग्रता से (Holistic), चिरस्थायी (Sustainable) और प्रतिकारक्षमतापूर्ण (Resilient) पुन:निर्माण करने में सहायक बन सकता है। यह प्राथमिक रूप से आपदा जोखिम प्रबंधन, सांस्कृतिक धरोहर और भूकंप बाद के पुन:निर्माण के लिए ज़िम्मेदार अन्य संबंधित क्षेत्रों से जुड़े व्यावसायिकों और संस्थानों के लिए बनाई गई है। यह खास कर स्थल पर काम करते उन सर्वेक्षणकर्ताओं को ध्यान में रख कर बनाई गई है, जिन्हें पहले से उपकरण के उपयोग और संबंधित सॉफ़्टवेयर में कुछ विशेषज्ञता/प्रशिक्षण प्राप्त है। यह मार्गदर्शिका अंतरराष्ट्रीय और राष्ट्रीय दाता संगठनों और सामाजिक संस्थानों के लिए भूकंप बाद की परिस्थितियों में इस तरह के दस्तावेजीकरण के लाभ और अन्य आपदा परिस्थितियों में भी उसकी संभवित उपयोगिता दर्शाने के लिए मदद रूप बन सकती है।

यह दस्तावेज़ भूकंपीय गतिविधि से प्रभावित क्षेत्रों में पारंपरिक संरचनाओं और विस्तारों के 3DLS तकनीक द्वारा रिकोर्ड तैयार करने की प्रक्रिया का वर्णन करता है। वह पोस्ट-प्रोसेसिंग के विभिन्न चरणों की रूपरेखा देता है। वह जगह आयोजन और संरचनात्मक ढाँचे के विश्लेष्ण, जोखिम आकलन और क्षतिग्रस्त संरचनाओं को अधिक कमज़ोर बनाती अंदरूनी नाजुक स्थिति की पहचान करने में प्राप्त डेटा की भूमिका भी स्पष्ट करता है। 3DLS द्वारा तैयार किए गए रिकोर्ड और दस्तावेजीकरण का विश्लेषण भूकंप बाद पुन:निर्माण के लिए दिशा-निर्देशों को विकसित करने की प्रक्रिया में भी सहायक बन सकता है। ऐसे दिशा-निर्देश जो असरग्रस्त संरचनाओं के भौतिक और सामाजिक पहलुओं का भी सम्मान करते हो। साथ ही उनके कलात्मक और सांस्कृतिक महत्त्व को बनाये रखने के लिए उन्हें गिराए जाने से बचाने के अभिगम को भी बढ़ावा देते हो।

यह ध्यान में रखना महत्त्वपूर्ण है कि, यह दस्तावेज़ नगरों/गाँवों और पारंपरिक भवनों के भूकंप बाद के दस्तावेजीकरण के लिए 3DLS प्रक्रिया का संक्षिप्त विवरण देता है परंतु, दस्तावेजीकरण के सारे तकनीकी पहलुओं का समावेश नहीं करता। साथ यह भी ध्यान में रखा जाए कि एकत्रित किए गए डेटा की मात्रा, पोस्ट-प्रोसेसिंग और अंतिम परिणाम दस्तावेजीकरण दल, उपकरण और इस्तेमाल किए गए सॉफ़्टवेयर (देखें विभाग २.१) पर निर्भर हैं। इस मार्गदर्शिका में दी गई माहिती के साथ 3D लेज़र दस्तावेजीकरण तकनीक के बारे में अधिक विस्तार से जानकारी देते अन्य संदर्भों का भी उपयोग किया जाना चाहिए (उदाहरण: हिस्टोरिक इंग्लेंड, २०१८)।

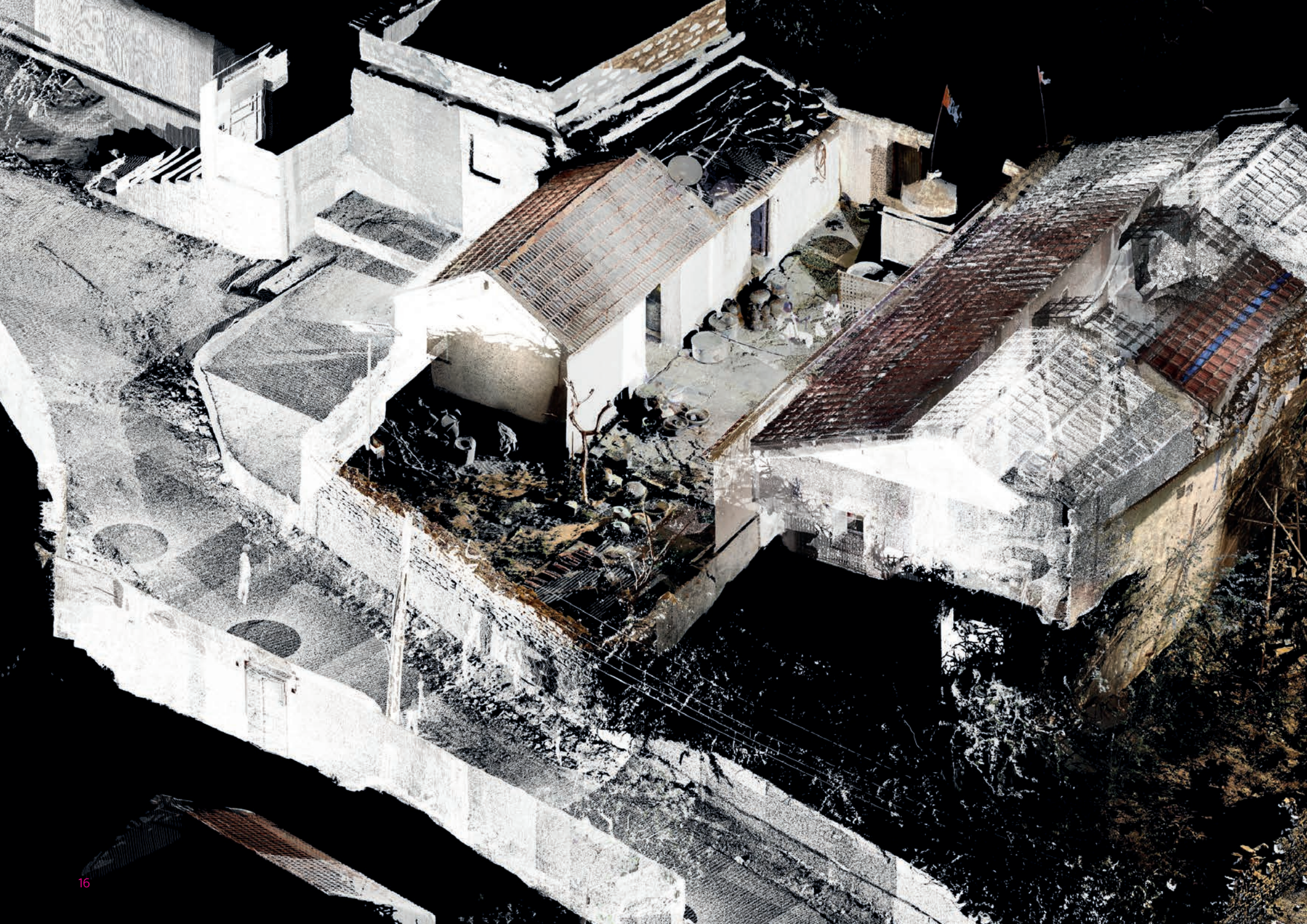
१.३ भूकंप बाद की दस्तावेजीकरण प्रक्रिया में 3DLS से मिलने वाले लाभ

3DLS भौतिक वस्तुओं और जगहों के अत्यंत सटिक दस्तावेजीकरण को शक्य बनाती एक ऐसी अत्याधुनिक तकनीक है, जो बहुत ही कम समय में मिलीमीटर की सुनिश्चितता के साथ मापे जा सकने वाले रंगीन त्रि-परिमाणीय डिजीटल मॉडल देती है। इसके विपरीत, हाथ से मापने जैसी प्रचलित सर्वेक्षण और दस्तावेजीकरण पद्धतियों में अधिक समय लग सकता है और उनसे प्राप्त माप में अनियमितता और गलतियाँ हो सकती हैं (डेविलट २०१६)।

3DLS द्वारा प्राप्त डेटा सरकारी विभागों और अन्य ज़िम्मेदार प्राधिकरण को असरग्रस्त विस्तारों के बड़े से सूक्ष्म स्तर पर आकलन करने में मददरूप बन सकता है। साथ ही, वह उनके लिए नये असरकारक उपायों के आयोजन में भी बहुत उपयोगी है। इससे प्राप्त बहुस्तरीय माहिती द्वारा भूकंप बाद स्थल की विशिष्ट स्थिति और वहाँ आये बदलाव को कम समय में सरलता से समझा जा सकता है। इससे आवश्कता अनुसार मरम्मत करने, मज़बूती प्रदान करने और संरचना के पुनरुपयोग जैसे उपायों के लिए प्राधिकरण की प्रतिक्रियाक्षमता बढ़ती है। यह उपाय असरग्रस्त संरचनाओं को गिरा कर उन्हें पूरी तरह नये सिरे से बनाने से अधिक योग्य है। संरचनाओं को गिरा कर उन्हें पूरी तरह से नया बनाने के ज़्यादातर किस्सों में स्थल और विस्तार के धरोहर मूल्यों और सामाजिक व्यवस्था को हानि पहुंचती है और पूरी प्रक्रिया की कार्बन फुटप्रिन्ट भी अधिक होती है।

४. बेला, गुजरात में निर्माणों को स्केन करने के लिए फारो फॉकस स्केनर का उपयोग किया गया। 3D लेज़र स्केनर वस्तु को छुए बिना डेटा एकत्रित करता नॉन-कोन्टेक्ट उपकरण है। इसके द्वारा पॉइंट क्लाउडस/ रंग की माहिती वाले अनेक डेटा पॉइंट्स के रूप में डेटा एकत्रित होता है।

५. बेला में दरबार परिवार मंदिर-५ की क्षतिग्रस्त दीवार को स्केन करता स्केनर । यह तकनीक असरग्रस्त हिस्सों की सटिक और ताज़ा तस्वीरें प्राप्त करने के लिए आधार प्रदान करती है । ऐसी तस्वीरें जो, संरचनात्मक ढाँचे में पड़ी दरारें, झुकाव, टेढ़ापन और अन्य विकृतियों की पहचान करने में सहायक हो सकती है । ऐसी विकृतियाँ जिन्हें सामान्य रूप से प्रचलित दस्तावेजीकरण प्रक्रिया द्वारा लगने वाले समय के सापेक्ष में इतने विस्तृत रूप में और इतनी सुनिश्चितता के साथ दस्तावेज़ नहीं किया जा सकता ।



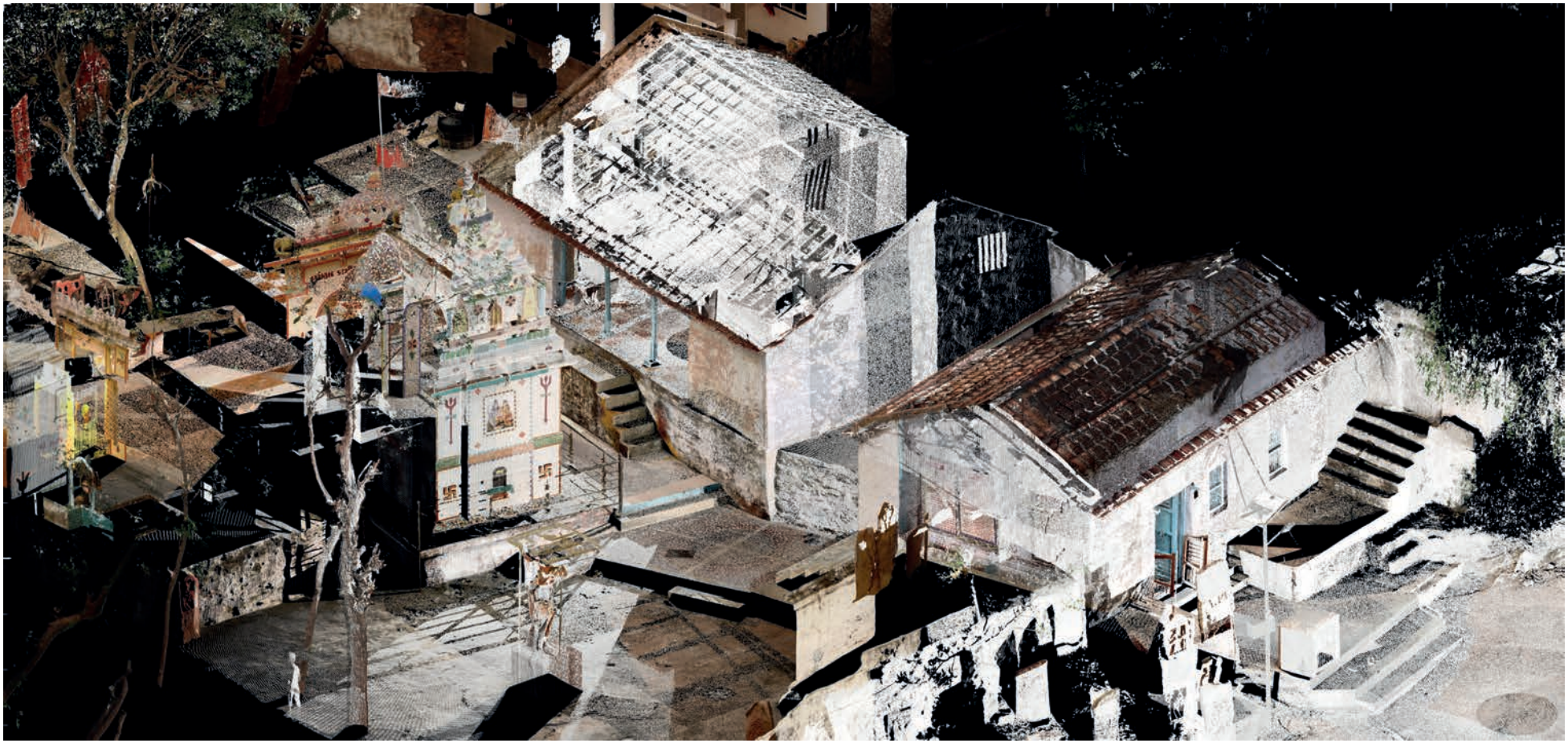
६. बेला में दरवार परिवार मंदिर का स्थल पर कुछ ही घंटो में खींचा गया 3D दृश्य (भवन-५, तस्वीर २३, पृष्ठ ४७ पर दिए गए संदर्भ अनुसार)। 3DLS तकनीक जोखिमभरी अथवा भूकंप से क्षतिग्रस्त संरचनाओं की नाजुक स्थिति को समझने के लिए एक सशक्त साधन है। वह भवन अथवा स्थल की निर्मित स्थिति के आकलन के लिए पूरी जानकारी देती है। इसके अतिरिक्त 3DLS एक ऐसी तेज़ और उपयोग में सरल तकनीक है, जो त्रिपरिमाणीय जगहों का सटिक डिजिटल मॉडल खड़ा करती है और भवन के अंदर और बाहर के हिस्सों के संबंध को भी दर्शाती है। इतना ही नहीं, इससे उपयोगकर्ता को दस्तावेज़ किए जा रहे स्थल के सामाजिक संदर्भ जैसेकि सामाजिक-सांस्कृतिक रीतियाँ अथवा उनके महत्त्व की भी समझ मिलती है।

इस दस्तावेजीकरण तकनीक के मुख्य लाभ इस प्रकार हैं ।

- वह अभ्यास किए जा रहे भवन/विस्तार/नगर/गाँव का सीधा त्रिपरिमाणीय (3D) दस्तावेजीकरण करती है, जो विविध प्रकार के सॉफ़्टवेयर (कई ओपन सोर्स सॉफ़्टवेयर के भी) के अनुकूल होता है ।
- 3D लेज़र स्केनर द्वारा पहुँच पाने में मुश्किल हिस्सों की भी माहिती एकत्रित की जा सकती है । इस प्रक्रिया को ड्रोन के उपयोग से अधिक असरकारक बनाया जा सकता है ।
- प्रचलित पद्धतियों के सापेक्ष में इसके द्वारा माहिती एकत्रित करने और प्रोसेसिंग में कम समय लगता है । 3DLS की गति दर्शाती है कि, लंबी समयावधि में यह किफ़ायती है ।
- प्रचलित पद्धतियों के मुक़ाबले एकत्रित किए गए डेटा से प्राप्त मॉडल ज़्यादा सुनिश्चितता और बारीकी के साथ माहिती देते हैं (डेविलट २०१३) । इससे क्षति की सही पहचान की जा सकती है और उसे बहेतर तरीके से समझा जा सकता है । जिससे पुन:निर्माण की योग्य रणनीतियों का गठन किया जा सकता है ।
- 3DLS डेटा को दस्तावेजीकरण की अन्य तकनीकों के साथ उपयोग में लिया जा सकता है और उसे 3D मेश, वर्किंग ड्राइंग, 3D प्रिन्ट और गूगल/सैटेलाईट मैप पर स्थल के भूसंदर्भ (Geotag) के रूप में परिवर्तित किया जा सकता है ।
- स्केन किए गए डेटा के आधार पर निर्माणों के परिवेश के बारे में विविध प्रकार की जानकारी एकत्रित की जा सकती है । जैसेकि पारंपरिक रूप से उपयोग में लाई जाती निर्माण सामग्री संबंधी माहिती, भवनों के आस-पास की खुली जगहों और भूक्षेत्र की विशेषताएँ । इस एकत्रित माहिती के आधार पर जगहों और निर्माण सामग्री की उपयोग शैली अथवा उनकी कमजोरियाँ जैसे अन्य प्रस्तुत पहलुओं की पहचान करने के साथ स्थल की व्यापक जानकारी प्राप्त की जा सकती है ।
- अगर इसे अन्य माहिती स्त्रोतों के साथ उपयोग में लिया जाए तो, प्राप्त डेटा द्वारा भूकंप का सामना करने में सफल और विफल हुई संरचनाओं का तुलनात्मक विश्लेषण किया जा सकता है । इस प्रकार के विश्लेषण से संरचनाओं की प्रतिरोधक्षमता के पीछे छिपे कारणों की पहचान की जा सकती है । जैसेकि निर्माण तकनीक, निर्माण सामग्री और निर्माण की गुणवत्ता, संरचना ढाँचे की डिज़ाइन ।
- 3DLS द्वारा डिजिटल डेटा का उपयोग कर के आंशिकरूप से ध्वस्त भवनों के गिरे हुए हिस्सों की जानकारी फिर से प्राप्त की जा सकती है । इसका उपयोग संरचना की डिज़ाइन में सुधार प्रस्तावित करने, धरोहर संरक्षण हेतु आंशिक निर्माण अथवा सिर्फ वरचुअल रिकोर्ड के लिए भी किया जा सकता है ।
- इसके द्वारा जोखिम प्रबंधन की पुरानी हो चूकी नीतियों के आधुनिकरण के नये रास्ते खोले जा सकते हैं । ऐसी पुरानी नीतियाँ जिनका गठन उस समय किया गया था, जब सिर्फ़ हाथ से माप कर दस्तावेजीकरण होता था । नीतियों के आधुनिकरण द्वारा असरग्रस्त समुदायों तक 3DLS के लाभ पहुँचाए जा सकते हैं । मरम्मत और संरक्षण कार्य को सरल और अधिक प्रभावी बनाते हुए इसके द्वारा नये निर्माण कार्य की कार्बन फुटप्रिन्ट को कम किया जा सकता है । पुन:निर्माण का यह अभिगम भूकंप बाद के सामान्य अभिगम 'गिराना और बदल देना' से कहीं अधिक आकर्षक है । मरम्मत और संरक्षण को प्राधान्यता देती यह रीत स्थल पर प्राप्त संसाधनों और निर्माण सामग्री के पुनरुपयोग और रिसायकलिंग को बढ़ावा देती है । जिससे पारंपरिक निर्माण तरीकों को पुनर्जीवन देने के लिए स्थानीय कारीगरीक्षमता के उपयोग की शक्यताओं का भी निर्माण होता है ।

सीमाएँ और चुनौतियाँ

- फोटोग्रामेट्री जैसी 3D दस्तावेजीकरण की अन्य तकनीकों के मुकाबले 3DLS अधिक महँगी तकनीक है। इसके व्यापक उपयोग में उपकरण की सुलभता एक मुख्य बाधा है। इसे 3DLS उपकरण के निर्माताओं और शैक्षणिक संस्थानों के बीच सहयोग समझौता जैसे उपाय द्वारा सुलझाया जा सकता है।
- वैसे तो 3DLS बहुत ही सटिक परिणाम देती तकनीक है। परंतु, काँच, आइना अथवा चमकीली धातु जैसी परावर्तित सतहों के कारण दस्तावेजीकरण में भ्रामक चित्रण, अधूरे डेटा और अस्पष्ट तस्वीर जैसी खामियाँ देखने को मिलती हैं। इन खामियों को दूर करने के लिए डेटा एकत्रित करते समय ऐसी सतहों को ढका जा सकता है। अगर प्राप्त 3D मॉडल में खामीयुक्त तस्वीरें होती हैं तो, उन्हें बाद में
  दूर किया जा सकता है और फोटोग्राफी जैसी पूरक दस्तावेजीकरण तकनीकों के उपयोग द्वारा उन्हें फिर से जोड़ कर मॉडल को पूरा किया जा सकता है (तस्वीर ७)।
- इसी तरह, 3DLS से निर्मित पर्यावरण की सिर्फ दिखाई देती भौतिक सतह ही रिकोर्ड होती है। इसलिए धरोहर नगरों/गाँवों के सांस्कृतिक रूप से संवेदनशील दस्तावेजीकरण के लिए सिर्फ 3DLS का उपयोग पर्याप्त नहीं है। इस संदर्भ में वह तभी योगदान दे सकती है, जब उसके साथ विस्तृत कार्यप्रणाली के भाग रूप स्थल पर देख के निरीक्षण, प्रश्नावली आधारित सर्वेक्षण और समुदाय के हितधारकों के साथ बातचीत जैसे अन्य पूरक तरीकों को भी जोड़ा जाए।
- गर्मी, धूल और टाले न जा सकने वाले अन्य अवरोधों से 3DLS उपकरण को असर पहुँचती है। गतिमान चीज़ें, जैसे की भटकते प्राणी अथवा गुज़रते वाहन आदि डेटा एकत्रीकरण की गुणवत्ता को असर पहुँचा सकते हैं। इस तरह की समस्याओं को दूर करने अथवा रोकने के लिए स्केनिंग प्रक्रिया का सावधानीपूर्वक आयोजन करना हितावह है।
- 3DLS उपकरण बैटरी से चलते हैं। पूरी प्रक्रिया अवधि के लिए चार्ज की गई बैटरी उपलब्ध होना आवश्यक है। भूकंप बाद की परिस्थितियों में बिजली की आपूर्ति में रूकावट की संभावनाओं को ध्यान में रख कर आयोजन करने की सलाह है। ताकि स्केनिंग प्रक्रिया के दरमियान उपकरण बैटरी के बिना बंद न हो जाए।
- 3DLS एक अत्याधुनिक तकनीक है। आपदा बाद के पुन:निर्माण कार्यों के गुणवत्तासभर परिणामों के लिए स्थल पर डेटा एकत्रीकरण से पोस्ट-प्रोसेसिंग और अंतिम दृश्य परिणाम विकसित करने जैसे कार्यों के लिए उच्च विशिष्ट कौशल की आवश्कता है। यह कौशल सामान्य रूप से नहीं पाए जाते और इसके लिए विशिष्ट प्रशिक्षण की आवश्यकता रहती है। साथ ही, डेटा प्रोसेसिंग प्रक्रिया को संतोषजनक रूप से और समय पर करने के लिए उच्च कम्प्युटर सिस्टम की आवश्यकता रहती है। 3DLS उपकरण के निर्माताओं और शैक्षणिक संस्थानों के बीच भागीदारी द्वारा इस समस्या को सुलझाया जा सकता है।



७. अधूरे डेटा को दर्शाती बेला के मंदिर-१८ की 3D तस्वीर । उल्लेखित मर्यादाओं से दिए गए सुझावों के अनुसरण, सर्वेक्षणकर्ता की विशेषज्ञता, क्या दस्तावेज़ करना है उसकी स्पष्ट समझ और टेकनोलोजी के नये से नये सॉफ़्टवेयर और हार्डवेयर के उपयोग द्वारा निपटा जा सकता है । 3DLS के लाभ और मर्यादाओं को समझते हुए सुझाव है कि, उसके साथ फोटोग्राफी, फोटोग्रामेट्री और संक्षिप्त वीडियो जैसे निर्मित पर्यावरण के दस्तावेजीकरण के अन्य पूरक तरीकों को भी सम्मिलित किया जाए । जोकि जगह, जगह के उपयोग और इस्तेमाल की गई निर्माण सामग्री के दस्तावेजीकरण के तेज़ और आसान तरीके हैं ।

१.४ आयोजन और संसाधन

आखरी मुद्दे का विस्तार करते हुए, 3D लेज़र स्केनिंग सुविधा प्रदान करती व्यावसायिक एजेन्सियाँ महँगी पड़ सकती हैं । ज़रूरी उपकरण और सॉफ़्टवेयर महँगे होते हैं और उनको चलाने के लिए विशिष्ट ज्ञान और कौशल आवश्यक है । इस प्रकार, सरकारी स्तर पर भूकंप से पहले और बाद की परिस्थितियों में निर्मित धरोहर के 3D लेज़र स्केनिंग तकनीक द्वारा दस्तावेजीकरण की शुरूआत के दीर्घकालीन ध्येय को प्राप्त करना एक क्रमबद्ध आयोजन प्रक्रिया है (डेविलट २०२१) ।

दस्तावेजीकरण की इस तकनीक के सफलतापूर्वक अमल का आधार मिलने वाले संस्थाकिय समर्थन, योग्य प्रशिक्षण और उपकरण की उपलब्धता पर है । जिसके लिए संगठन आधारित व्यवस्था महत्त्वपूर्ण है । उपकरण को सुलभ बनाने और 3D लेज़र स्केनिंग तकनीक के अमलीकरण के लिए शैक्षणिक संस्थान, स्थानीय सामाजिक संगठन और सरकारी संस्थाओं के बीच भागीदारी एक उपाय है ।[२]

इस चुनौती को समझ ते हुए संक्षिप्त नीति[३] के रूप में मौजूदा सार्वजनिक नीतियों के अंतर्गत कुछ विचार मुद्दों, सुझाव और सहायता राशि विकल्पों की पहचान की गई है । ताकि उनके द्वारा प्रस्तावित रूपरेखा को गुजरात की मौजूदा संस्थाकिय और सरकारी धरोहर और आपदा जोखिम प्रबंधन नीतियों के सापेक्ष में प्रासंगिक बनाया जा सके और जो संभवत: राष्ट्रीय स्तर पर भी उपयोगी हो । इसमें भूकंप बाद परंपरागत आवास व्यवस्था और नगरों/गाँवों के पुन:निर्माण के लिए 3D लेज़र स्केनिंग तकनीक के उपयोग को आधार प्रदान करने के लिए रणनीति और संस्थाकिय व्यवस्था संबंधी सामान्य पहलूओं का समावेश होता है ।

२ यह मार्गदर्शिका अनुसंधान परियोजना: भारत के भूकंप आशंकित धरोहर विस्तारों के लिए अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक आधारित चिरस्थायी (Sustainable) पुन:निर्माण कार्यप्रणाली (ए सस्टेइनेबल रि-कंस्ट्रूकशन मेथड फॉर सिस्मिक-प्रोन हेरिटेज एरियास ऑफ़ इन्डिया बेस्ड ओन एडवान्स रिकोर्डिंग टेकनोलोजीस) का भाग है । मार्गदर्शिका में प्रस्तावित संकल्पना पर आधारित इस अनुसंधान परियोजना के अंतर्गत सफलतापूर्व अमल की गई संस्थाकिय भागीदारी: १) धरोहर संरक्षण पर केन्द्रित शैक्षणिक संस्थाओं के बीच अंतरराष्ट्रीय भागीदारी (सेन्टर फॉर आर्किटेक्चर, अर्बनिज़म एन्ड ग्लोबल हेरिटेज, नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी, यु.के.; सेन्टर फॉर हेरिटेज कोन्सर्वेशन, सेप्ट रिसर्च एन्ड डेवेलपमेन्ट फाउन्डेशन, भारत और इंटरनेशनल सेन्टर फॉर धि स्टडी ऑफ़ धि प्रिसर्वेशन एन्ड रिस्टोरेशन ऑफ़ कल्चरल प्रोपर्टी ICCROM, इटली); २) स्थानीय सामाजिक संस्थान (हुन्नरशाला फाउन्डेशन, कच्छ, गुजरात, भारत); और, ३) परियोजना के दूसरे चरण में गुजरात इंस्टिट्यूट ऑफ़ डिज़ास्टर मेनेजमेन्ट (GIDM) – गुजरात सरकार की सलाहकार स्वायत्त संस्था ।

३ संक्षिप्त नीति दस्तावेज़ को इस उपयोग मार्गदर्शिका के साथ पढ़ा जा सकता है । उसमें गुजरात के लिए दिए गए संस्थाकिय व्यवस्था, सहायता राशि योजनाओं और व्यापक रणनीति संबंधित सुझावों का समावेश किया गया है । वह **www.3d4heritageindia.com** पर उपलब्ध है । NTU, GIDM, CHC CRDF और हुन्नरशाला फाउन्डेशन, २०२२। गुजरात के ऐतिहासिक नगरों और गाँवों में अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक के उपयोग द्वारा भूकंपीय आकलन, पुन:निर्माण और भवनों में जोखिम अल्पीकरण की रूपरेखा ।

२. दस्तावेजीकरण प्रक्रिया

२. दस्तावेजीकरण प्रक्रिया

२.१ उपकरण

- टेरेस्ट्रिअल 3D लेज़र स्केनर: निर्माता के अनुसार कुछ खास अंग में बदलाव हो सकते हैं (तस्वीर ८) ।
- ड्रोन: एरियल फोटोग्राफी और वीडियो के रूप में हवाई सर्वेक्षण द्वारा माहिती एकत्रित करने के लिए (तस्वीर ९) ।
- फोटोग्राफी केमेरा: तस्वीरों के रूप में फोटोग्राफिक रिकोर्ड तैयार करने के लिए ।
- आवाज़ रिकोर्ड करने के उपकरण: बातचीत रिकोर्ड करने के लिए ।
- तस्वीर खींचने, रिकोर्डिंग करने और उनके भूसंदर्भ को गूगल/सैटेलाईट मैप पे दर्शाने (Geotagging) जैसे कार्यों के लिए मोबाईल फोन जैसे अन्य साधनों का उपयोग भी किया जा सकता है ।

अगर इसके साथ नियंत्रण प्रणाली के रूप में अलग प्रकार के डेटा सेट को संयोजित करने की आवश्कता होती है, तो सुझाव है कि सर्वेक्षण के लिए टोटल स्टेशन और/अथवा ग्लोबल नेविगेशन सैटेलाईट सिस्टम का उपयोग किया जाए । क्योंकि इनके द्वारा प्राप्त माहिती के भूसंदर्भ को गूगल/सैटेलाईट मैप पे दर्शाया (Geotagging) जा सकता है । बेला में टेरेस्ट्रियल स्केनर से प्राप्त 3D पॉइंट क्लाउड और ड्रोन फोटोग्राफी को एक ही मॉडल में सम्मिलित करने के बदले उनका अलग-अलग उपयोग कर के दृश्य और क्षति विश्लेष्ण किया गया है । इसलिए बेला में टोटल स्टेशन और ग्लोबल नेविगेशन सैटेलाईट सिस्टम जैसे अन्य सर्वेक्षण उपकरणों का उपयोग करने की आवश्यकता नहीं पड़ी ।

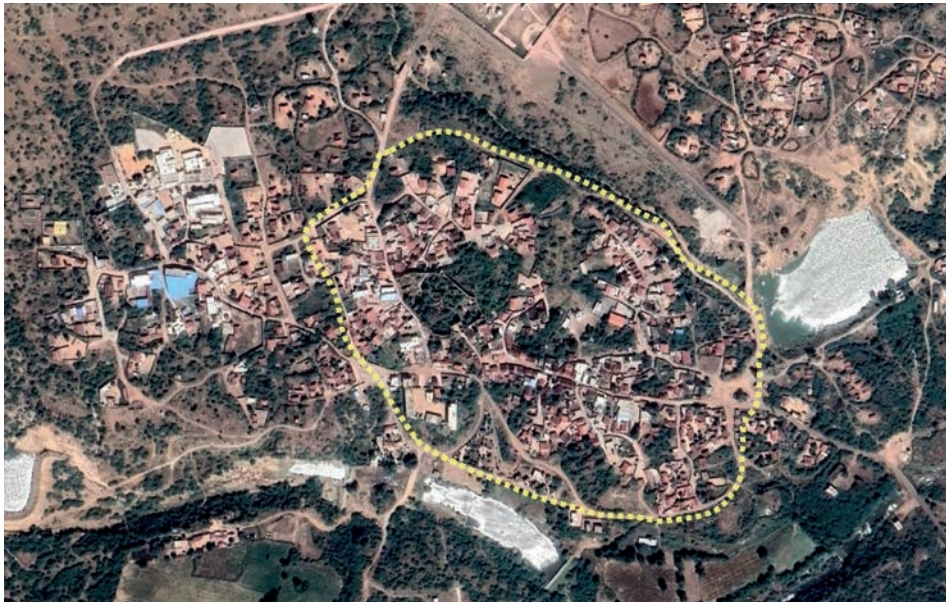
८. बेला में डेटा एकत्रीकरण के लिए उपयोग में लिया गया 3D लेज़र स्केनर । मॉडल: फारो फोकस M70

९. बेला में डेटा एकत्रीकरण के लिए उपयोग में लिया गया ड्रोन । मॉडल: DJI मेविक एयर 2

२.२ पूर्व तैयारीयाँ

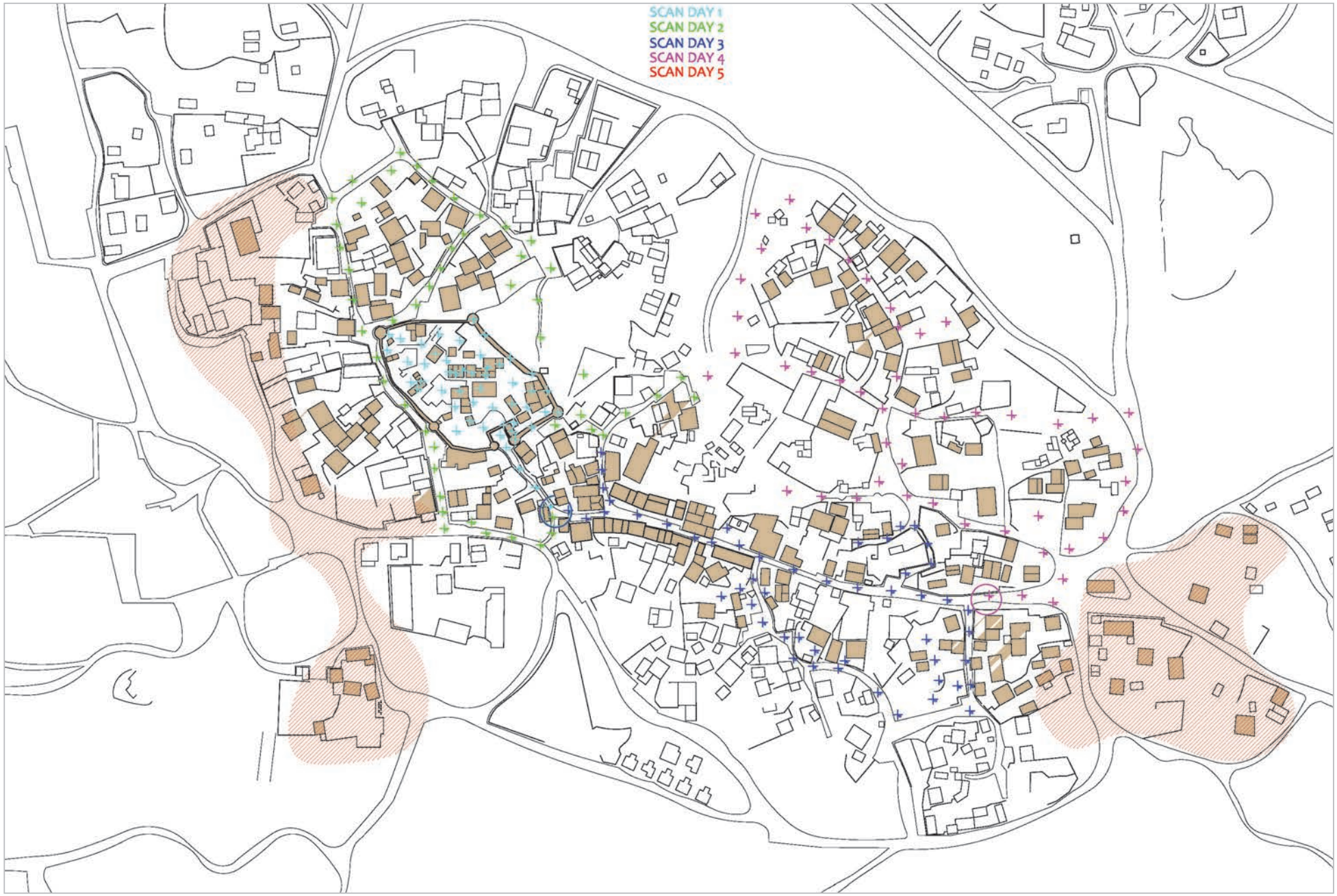
स्थल से दूर:

- सर्वेक्षण अभ्यास की संगतता सिद्ध करने के लिए नगर/गाँव/विस्तार के प्राथमिक परिवेश की समझ विकसित करना, जिसे स्थल पर एकत्रित किए गए डेटा द्वारा अधिक विस्तृत और मज़बूत बनाया जाना चाहिए ।
- मौजूदा नक़्शों का उपयोग कर के दस्तावेज़ किए जाने वाले भवन अथवा नगर/गाँव/विस्तार की पहचान करना (तस्वीर १०)।
- अधिक बड़े विस्तार का दस्तावेजीकरण करते समय पूरे विस्तार को क्रमबद्ध तरीके से स्केन करने के लिए दैनिक स्केन की योजना बनाएँ । इससे बाद में स्केन किए गए डेटा को सही और सटिक रूप से एक दूसरे के साथ जोड़ने में आसानी होगी (तस्वीर ११) ।
- स्थल पर 3DLS प्रक्रिया के लिए दल में कम से कम दो व्यक्तियों को रखते हुए सामाजिक सर्वेक्षण, 3DLS और फोटोग्राफी जैसे कार्यों के लिए अलग-अलग टुकडियों का गठन करें । यह सलाह दी जाती है कि स्थानीय समुदायों और हितधारकों को किए जाने वाले दस्तावेजीकरण कार्य की समझ देने के लिए दल के कुछ सदस्य प्रक्रिया शुरू होने से पहले स्थल पर प हुँचे ।
- संबंधित संस्थानों और प्राधिकरण (Authorities) से प्रवेश और कार्य करने के लिए आवश्यक लिखित अनुमति प्राप्त करें । इससे भवनों और स्थल पर प्रवेश प्रक्रिया सरल बनती है । साथ ही इससे समुदाय के नेतृत्व वर्ग का भरोसा और विश्वास संपादित करने में भी सहायता मिलती है ।
- जिन भवनों के अंदरूनी हिस्सों को स्केन का आयोजन किया गया हो उनके मालिक अथवा व्यवस्थापक की संमति प्राप्त करें ।
- सुनिश्चित करें कि आप के पास प्रक्रिया डेटा को संग्रहित करने के लिए वेब प्लेटफॉर्म्स जैसे ऑनलाइन कार्य करते सहयोगियों के लिए भी सुलभ उपाय उपलब्ध हो । अगर स्थल पर इंटरनेट सुविधा अप्राप्य हो अथवा उसमें रूकावट की स्थिति में आप के पास डेटा के अस्थायी संग्रह के लिए हार्ड ड्राइव भी उपलब्ध होनी चाहिए ।



१०. प्राप्त गुगल नक़्शे के आधार पर गाँव की रूपरेखा की जानकारी प्राप्त करने और सर्वेक्षण के लिए संभावित विस्तार को चुनने के लिए स्थल को समझना । यहाँ दिया गया उदाहरण भारत के गुजरात राज्य की वायव्य दिशा में स्थित कच्छ ज़िले के बेला गाँव का है । यह भारत के सब से अधिक भूकंप आशंकित क्षेत्रों में से एक है । बेला गाँव भूज में जनवरी २००१ में आये भूकंप (७.६ Mw) से असरग्रस्त हुआ था । बेला आज़ादी से पहले के समयकाल के व्यापार मार्ग पर अपने रणनीतिक स्थान के कारण एक व्यापर केंद्र रहा था । एक दूसरे से जुड़े हुए भवन और प्रवेशद्वार (Porticos) वहाँ के निर्मित पर्यावरण की विशिष्टता है । परंपरागत आवास मुख्य रूप से पत्थर, मिट्टी के गारे (Mortar), लकड़ी और खपरैल (Roof tile) की छत से बने हैं । २००१ में आये भूकंप से अधिकतर भवन क्षतिग्रस्त तो हुए थे, परंतु कुछ ही पूरी तरह से ध्वस्त हुए थे ।

११. बेला में लेज़र स्केनिंग करने के लिए भवनों के समूह की पहचान करता और उनके क्रमिक स्केनिंग मार्ग को दर्शाता हुआ नक़्शा ।


SCAN DAY 1
SCAN DAY 2
SCAN DAY 3
SCAN DAY 4
SCAN DAY 5

- जहाँ पर लागू हो वहाँ धरोहर संरचनाओं के लिए बने सर्वेक्षण दिशानिर्देश जैसेकि ICOMOS (१९९६), हिस्टोरिक इंग्लेंड (२०१८) को ध्यान में रख कर कार्य का आयोजन करें।

स्थल पर:

- **मुख्य और सह उदेश्यों को स्पष्ट रूप से आलेखें**। प्रक्रिया के मुख्य और सहउदेश्यों के साथ समझौता किए बिना सर्वेक्षण दल को स्थल की परिस्थितियों के अनुरूप अपने आयोजन में अनियोजित (Unplanned) बदलाव करने पड़ सकते हैं।
- प्रक्रिया को समझाते हुए **प्रक्रिया के प्रत्येक चरण में समुदाय के साथ विचार-विमर्श करें** और उनके सुझाव लें। विशेष रूप से उनकी अनुमति ले कर दस्तावेजीकरण करें। स्थल के सामाजिक परिवेश को समझने के लिए प्रयत्नशील रहें और महिलाओं और बच्चों समेत समाज के हर वर्ग के साथ जुड़ें। यह समन्वयन साधने के प्रयत्न डेटा एकत्रीकरण प्रक्रिया में बड़े सहायक बनते हैं। साथ ही, इसमें खास कर युवा पीढ़ी को शामिल करने से उनमें निर्मित धरोहर को संरक्षित करने की रूचि भी जागृत होती है।
- **स्केन प्रक्रिया क्रमबद्ध आयोजन के अनुसार ही करें**। परंतु अनअपेक्षित चुनौतियाँ खड़ी होने पर उसमें बदलाव करने पड़ सकते हैं। स्केन की जा रही जगहों पर हो रही प्रवृत्तियाँ, चलते लोग, घूमते प्राणी, गर्मी अथवा अधिक धूप जैसी चुनौती भरी परिस्थितियों को ध्यान में लेते हुए अनुकूलन साधे (तस्वीर १२)। अधिक मानव गतिविधियाँ डेटा में खामियाँ पैदा करती हैं, जिससे पोस्ट-प्रोसेसिंग में विलंब होता है। इसलिए श्रेष्ठ परिणाम पाने के लिए जहाँ स्केनिंग हो रहा हो उस जगह पर प्रवेशनिषेध करें और गतिविधियाँ करने पर रोक लगाएँ।
- **ढाँचागत क्षति और मलवे को भी ध्यान में लें**। भूकंप बाद हमेशा मलवे और संरचनाओं को पहुंची हानि के लिए स्थल की जाँच करें। स्केनिंग के लिए सलामत हिस्से का उपयोग कर के स्थल को अधिक हानि पहुँचाने से बचें। एकत्रित डेटा को फोटोग्राफ, ड्राइंग और स्थल निरीक्षण द्वारा अधिक माहितिसभर बनाएँ, और पुन:निर्माण के लिए फिर से उपयोग में लाई जा सके ऐसी वस्तुओं की पहचान करें।
- जहाँ पर भी उचित हो, **स्केन में संभावित बाधा रूप वस्तुओं** (जैसेकि रखे हुए वाहन, कूड़ेदान) **को सलामत तरीके से दूर करने और परावर्तित सतहों को ढकने जैसे कार्यों के लिए स्थानीय समुदाय के साथ मिलकर काम करें**। स्केनिंग प्रक्रिया के समय स्केन उपकरण संचालक द्वारा हमेशा क्षतिग्रस्त संरचनाओं सहित मौजूद सभी लोगों की सलामती का ध्यान रखा जाए। ताकि प्रक्रिया को जगह को अधिक नुकसान पहुँचाए बिना सलामती के साथ आगे बढ़ाया जा सके। स्केनिंग के लिए स्थल में किसी भी प्रकार के बदलाव की आवश्कताओं का ध्यानपूर्वक आकलन किया जाए। भवन को सहारा देने के लिए खड़े किए गए मचान अथवा अन्य सहारों को कभी भी न हटाएँ। अगर वे स्केन करने के लिए चुने गए हिस्सों को ढक रहें हो, उस स्थिति में हाथ से मापना, ड्राइंग और फोटोग्राफी जैसी अन्य पूरक दस्तावेजीकरण पद्धतियों का प्रयोग करें।
- बड़े विस्तारों की **स्केन प्रक्रिया में हर एक स्केन के समान मापदंड बनाए रखें**। स्केन को परस्पर जोड़ने की रजिस्ट्रेशन प्रक्रिया को सरल बनाने के लिए निश्चित हिस्सों/विषयवस्तु की स्केन प्रक्रिया में दो क्रमिक स्केन के बीच योग्य प्रमाण में परस्पर समान भाग रखें। स्केन किए गए परस्पर समान भाग अंतिम मॉडल को जोड़ने और खड़ा करने के लिए अथवा उसी हिस्सों/विषयवस्तु को फिर से स्केन करने के लिए आवश्यक हैं।
- **स्केन के साथ फोटोग्राफी और अभ्यास स्थल संबंधी विशेष टिप्पणी द्वारा संबंधित पूरक माहिती एकत्रित करें:** अ) भवनों को बहेतर तरीके से समझने और स्केन में छूटे हुए दृश्य संबंधी डेटा के लिए उपलब्ध हो तो एरियल ड्रोन फोटोग्राफी का उपयोग करें; ब) निर्माण में दीवार की चिनाई में इंट/पत्थर रखने के तरीके, विविध भागों को जोड़ने के तरीकों जैसी निश्चित माहिती को एकत्रित करने के लिए; क) स्केन की गई संरचनाओं के निर्माण में उपयोग की गई स्थानीय निर्माण सामग्री जैसेकि पत्थर, लकड़ी, गारों (Mortar), छत बनाने में उपयोग की गई निर्माण सामग्री के प्रकार इत्यादि की वर्गीकृत माहिती तैयार करने के लिए।

- निर्माण संबंधी कोई महत्तवपूर्ण माहिती छूट न गई हो यह सुनिश्चित करने के लिए दिवस के अंत में अथवा प्रत्येक स्केन चरण के संपन्न होने पर **कम्प्युटर पर प्राप्त डेटा की जाँच करें** । जैसेकि छत, कोने अथवा ताखा (Niche) जैसे स्थानों पर छूटी हुई माहिती । हालाँकि, जहाँ भूकंप बाद क्षति आकलन के लिए निश्चित जगहों/हिस्सों की माहिती प्राप्त करना शायद आवश्यक नहीं हो वहाँ अधूरा मॉडल भी पर्याप्त हो सकता है । हमेशा दस्तावेजीकरण प्रक्रिया के उदेश्यों को ध्यान में रखें । क्योंकि, अधिक डेटा एकत्रित करना मतलब उतना अधिक समय स्थल पर व्यतित करना और बाद में उतना ज़्यादा समय पोस्ट-प्रोसेसिंग में लगना । इसलिए स्केन प्रक्रिया में सावधानीपूर्वक संतुलन बनाए रखना महत्त्वपूर्ण है ।
- डेटा खो देने के जोखिम को कम करने के लिए उपयोग किए गए प्रत्येक **SD कार्ड के डेटा का दैनिक बैकअप लें** । कार्ड के डेटा की एक्सटर्नल हार्ड ड्राइव पर अतिरिक्त कोपी बनाएँ और हर एक स्केनिंग चरण के लिए नये SD कार्ड का प्रयोग करें ।

१२. बेला जैसी गर्म जलवायु परिस्थितियों में सवेरे जल्दी अथवा देर शाम को स्केनिंग करना स्केनिंग उपकरण और उसके संचालको के लिए अधिक हितावह है । बेला में लगभग हर समय उपकरण ने उपरी तापमान सीमा पर काम किया । दोपहर के अधिक तापमान वाले घंटो का उपयोग बैटरी बदलने, परिवारों के साथ बातचीत और डेटा का बैकअप लेने जैसे कार्यो के लिए किया गया । अगर रंगीन स्केन ज़रूरी नहीं हो तब रात को भी स्केनिंग किया जा सकता है । ठंडी जलवायु परिस्थितियों में स्केनिंग के लिए सूरज के उगने और तापमान के बढ़ने की राह देखना हितावह है । पुराने स्केनर के मुकाबले नये स्केनर मॉडल में बढ़ाई गई तापमान सीमा मिलती है ।

२.३ नैतिक विचार मुद्दें

3DLS तकनीक केवल नगर/गाँव/विस्तार की जगह आयोजन संबंधी खासियतों का दस्तावेजीकरण करती है। स्थल और उसके दस्तावेजीकरण के महत्त्व को उजागर करने के लिए इसके साथ सामाजिक सर्वेक्षण और फोटोग्राफिक दस्तावेजीकरण भी किया जाना चाहिए। स्केनिंग प्रक्रिया के बारे में समुदाय के लोगों को जानकारी दे कर उसके लिए उन्हें तैयार करना चाहिए। ताकि वे प्रक्रिया का भाग बन सकें और दस्तावेज़ और आकलन किए जाने वाली संरचनाओं के लिए जागरूकता के साथ अपनी सहमति दे सकें।

- **आपदा प्रभावित स्थल पर की जा रही सभी गतिविधियों का अभिगम लोक-केंद्रित हो**। आवश्यक है कि सांस्कृतिक धरोहर के संरक्षण कदम मानवतावादी राहत और पुन:प्राप्ति के संयोजन के साथ उठाए जाएँ (टंडन २०१८)।
- **भूकंप बाद असरग्रस्त समुदायों की मानसिक स्थिति पर उचित ध्यान दिया जाए**। दस्तावेजीकरण में सामाजिक सर्वेक्षण को सम्मिलित करते समय सामाजिक कार्यकर्ताओं की मदद लें। ताकि बातचीत दरमियान अपने प्रतिभाव देते समय तनाव का अनुभव कर रहे लोगों में प्रतिकूल प्रतिक्रिया पैदा करने के जोखिम को कम किया जा सके।
- **स्थल पर आने वाले हर एक दल द्वारा स्थल की विशिष्टताओं और विभिन्नताओं, वहाँ के समुदाय और उनके विस्तृत परिवेश का सम्मान किया जाना चाहिए**। स्थानीय परिवेश में सर्वसामान्य अथवा असंवेदनशील समाधान देना टालें (तस्वीर १३)।
- **समुदाय के साथ जुड़ाव** को निर्मित पर्यावरण के 3D सर्वेक्षण के साथ सम्मिलित किया जाना चाहिए। ताकि समुदाय को किए जा रहे कार्य के बारे में बताया जा सके और अभ्यास स्थल को पूर्णता से समझने के लिए उनसे आवश्यक जानकारी प्राप्त की जा सके। जुड़ाव की यह प्रक्रिया तार्किक और सिद्धांत रूप से सर्वेक्षण के लिए आधार तैयार करने के लिए सर्वेक्षण से पहले शुरू हो जानी चाहिए। इससे प्रक्रिया के बारे में लोगों की समझ विकसित करने, उसके स्वीकार और उनकी अनुमति हाँसिल करने में मदद मिलती है। यह इसलिए भी संबद्ध है, क्योंकि 3D लेज़र स्केनिंग तकनीक द्वारा मिलीमीटर की सुनिश्चितता के साथ सभी दृश्यमान वस्तुओं का डेटा एकत्रित होता है। इसलिए जिनके आवासों के अंदरूनी हिस्सों को स्केन किया जाना होता है उन्हें इसके बारे में पहले से सूचित करने की नैतिक चुनौती सामने आती है।
- **किससे मुलाकात करनी है और क्या रिकोर्ड करना है, सर्वेक्षण दल के पास इसकी सही जानकारी होना सुनिश्चित करें**। ताकि राहत कार्य में कम से कम अड़चन आएँ और कार्यक्षमता को बढ़ाया जाए।
- **जितना हो सके उतनी निष्पक्षता से डेटा एकत्रित करें**। स्केन के साथ स्थल पर निरीक्षण नोट और बातचीत से पूरक माहिती एकत्रित करें।
- **स्थल को नुकसान न पहुंचे इसके लिए सारी गतिविधियों पर देखरेख रखी जानी चाहिए**। स्केनिंग दल के साथ-साथ समुदाय की सलामती पर भी विशेष ध्यान दिया जाना चाहिए। जैसेकि, भवन के प्रवेश कर पाने में असंभव अथवा संभवत: जोखिमभरे हिस्से का डेटा एकत्रित करने के लिए बाहर से घुम कर किसी बाजू से स्केन करना अथवा ड्रोन से एरियल सर्वेक्षण जैसे सलामत तरीकों को चर्चा कर के अपनाया जाना चाहिए।

१३. बेला में लोगों के साथ जुड़ने की प्रक्रिया में उपयोग में लिया गया पेम्फ़लेट । दस्तावेजीकरण प्रक्रिया की जानकारी देने और उसके लिए सहमति प्राप्त करने हेतु पेम्फ़लेट में अहमदाबाद में की गई परियोजना (देखें अभ्यास दृष्टांत ४.५.२) के अंतर्गत खिंची गई आवासों की माहितिसभर 3D तस्वीरों को रखा गया था । पेम्फ़लेट ने एक संश्लेषित (Synthesised) सहभागी माहितीपत्र का काम किया । जिन आवासों के अंदरूनी स्केन लिए जाने थे उनके मालिकों अथवा देख-भाल करने वालों को ध्यान में रख कर सहमति पत्र बनाया गया था । इस पेम्फ़लेट और उपयुक्त सहमति पत्र का स्थानीय भाषा (गुजराती) में अनुवाद किया गया था । इस पेम्फ़लेट को दल के साथ बातचीत करने आये समुदाय के हर सदस्य को दिया गया था । उसमें संबद्ध जानकारी के साथ संपर्क माहिती भी दी गई थी । दल और स्थानीय लोगों के बीच की गई सभी सीधी बातचीत भी स्थानीय भाषा में ही की गई थी । स्थानीय लोगों में लिखित दस्तावेज़ पर हस्ताक्षर करने में हिचकिचाहट के कारण उनकी मौखिक सहमति ली गई थी और उसे रिकॉर्ड किया गया था । दस्तावेजीकरण प्रक्रिया से जुड़ने वाले गाँव के अधिकतर लोग इस बात से खुश थे कि उनका गाँव भी जानने योग्य है और महत्त्व रखता है । सभी लोगोंने जहाँ तक बन पड़े प्रक्रिया में मदद की ।

આ પ્રક્રિયામાં અદ્યતન 3D કેમેરા વડે અખા ભારતમાં પ્રથમ વખત આ ટેકનોલોજી નો વપરાશ કરીને આપના પરંપરાગત ગામ નું સર્વેક્ષણ કરવામાં આવશે .જેનાથી મેળવેલી સચોટ માહિતીથી પરંપરાગત ઘરો નું સમારકામ અને ભૂકંપ સામે ઘરોની પ્રતીકારકતા વધારવાના ઉપાયો વિચારવા મળશે .આ પર્કીયામાં ધરતીકંપ વખતે થયેલ અનુભવો અને આપના વારસાગત ઘરોના બાંધકામ વિશેની જાણકારી બહુ જ ઉપયોગી નીવડશે.

હાઉસ 361, અમદાવાદનો મૃદુલા માને અને CEPT વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા લિડર સર્વે . માર્ચ 2021. ઝિયસ પીથાવાલા દ્વારા ફોટોગ્રાફ્સ.

બેલા ની મુલાકાત, કચ્છ માં રિકોનિસન્સ સફર, જ્યોત્ના દેસાઇ, મૃદુલા માને (CHC) અને આદિત્ય સિંઘ (હુન્નરશાળા થી). ફેબ્રુઆરી 2021. મૃદુલા માને દ્વારા ફોટોગ્રાફ.

NOTTINGHAM TRENT UNIVERSITY
Centre for Architecture, Urbanism and Global Heritage

આ પ્રોજેક્ટ એએચઆરસી અને યુનાઇટેડ કિંગડમના ડીસીએમએસ દ્વારા ભંડોળ પૂરું પાડવામાં આવે છે, અને ફેરો દ્વારા સપોર્ટેડ છે.

UKRI Arts and Humanities Research Council | dcms | FARO

3D ફોર હેરીટેજ ઇન્ડિયા ,એ બ્રિટન ની નોટીંગહામ ટેન્ટ યુનીવર્સીટી ઇટલી માં આઈસીસીઆરઓએમ ,અમદાવાદ મધ્યે આવેલ સેપ્ટ યુનીવર્સીટીના રીસર્ચ એન્ડ ડેવેલપમેન્ટ ફાઉન્ડેશન તથા ભુજ માં આવેલ હુન્નરશાળા સંસ્થા ના તજજ્ઞો દ્વારા હાથ ધરવામાં આવેલ પ્રોજેક્ટ છે.

જો તમે ભાગ લેવા સંહમત થાઓ છો, તો અમે ઇન્ટરવ્યૂ ગોઠવવા, તમને સવાલ પૂછવા અને મટિરિયલની વિનંતી કરવા, તમારા ઘર અથવા કાર્યસ્થળને 3 ડી-લેસર- નો ઉપયોગ કરીને રેકોર્ડ કરવા માટે સંપર્ક કરવા માટે તમારા વ્યક્તિગત ડેટા (નામ, સરનામું, ઈ-મેલ અને ફક્ત ફોન નંબર) નો ઉપયોગ કરી શકીએ છીએ. સ્કેનિંગ (જેને LIDAR તરીકે પણ ઓળખાય છે), અને તમને સહભાગી વર્કશોપ્સમાં આમંત્રણ આપીએ છીએ. ડેટા પ્રોટેકશન નીતિને પગલે, તમારો વ્યક્તિગત ડેટા સાર્વજનિક રૂપે પ્રદર્શિત થશે નહીં અથવા સંશોધન મટિરિયલ સાથે લિંક થશે નહીં અને સુરક્ષિત રીતે સંગ્રહિત થશે.

જો તમે અમારા પ્રોજેક્ટ અને તેના અપડેટ્સ વિશે વધુ જાણવા માંગતા હો, તો નીચે દર્શાવેલ વેબસાઇટ ઉપર ઈન્ટરનેટ થી જોઈ શકશો:

www.3d4heritageindia.com

કોઈપણ પ્રશ્નો અથવા માહિતી માટે કૃપા કરીને સંપર્ક કરી શકો છો:
મૃદુલા માને: mrudula.mane@cept.ac.in , ફોન +91 (ભારત)
ફેલિપ લેનુઝા : felipe.lanuza@ntu.ac.uk , ફોન: +44 (યુકે)
તમે આ લિન્ક પર પણ અમારો સંપર્ક કરી શકો છો: 3D4heritage.india@ntu.ac.uk

NTU Nottingham Trent University

3ડી ફોર હેરિટેજ ઇન્ડિયા

કચ્છ એક વારંવાર આવતી કુદરતી આફતો નો સામનો કરતો પ્રદેશ છે ,અને એમાં એક છે ધરતીકંપ .કચ્છ માં અમુક વર્ષો ના અંતરે ધરતીકંપ આવવાનો ઈતિહાસ છે કચ્છ માં ઘણા ગામો ઐતિહાસિક મહત્વ ધરાવતા ગામો છે.

CHC | CRDF | hunnarshala FOUNDATION | ICCROM

આપનું ગામ પણ એક મહત્વનું ગામ છે . ભવિષ્યમાં આવનારા ધરતીકંપ સામે ની સક્ષમતા વધારવા માટે અપના ગામમાં થ્રીડી ટેકનોલોજી નો ઉપયોગ કરી ને એક સંશોધન કરવાનું આયોજન કર્યું છે . આ કાર્યમાં આપ સહુ ના સહકાર ની અપેક્ષા છે.

અમે હંમેશાં સખત COVID-19 સલામતીનાં પગલાંનું પાલન કરીશું. ભાગ લેવા સંમત થતાં પહેલાં આ પત્રિકા કાળજીપૂર્વક વાંચો.

હાઉસ 361, અમદાવાદ, એલેવશન નો મૃદુલા માને અને CEPT વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા ફોટોસ પાડવામાં આવેલ, LIDAR ડેટા, લેખક: બી.દેવીલત

- **धरोहर संरक्षण के फायदे और व्यापक जनहित के लिए साझा/ एकत्रित किए जा रहे डेटा/ माहिती के लिए भी नैतिक सिद्धांतों का पालन किया जाना चाहिए । इसके लिए सुनिश्चित करना चाहिए कि स्थानीय समुदाय डेटा/माहिती के उदेश्य को समझते हो और उनके द्वारा डेटा के उपयोग किए जाने की शर्तों का भी स्वीकार किया गया हो** । प्रक्रिया में गोपनीयता पहलुओं और अन्य अधिकारों को ध्यान में रखा जाना चाहिए और सांस्कृतिक संवेदनाओं का आदर किया जाना चाहिए । इसलिए डेटा/माहिती को सार्वजनिक रूप से प्राप्य बनाने से पहले समुदाय के सदस्यों द्वारा उसका पुनरावलोकन (Review) किया जाना चाहिए (तस्वीर १४) । इस मुद्दे और निर्मित धरोहर की दस्तावेजीकरण प्रक्रिया की डिजिटल कार्यपद्धति के विविध चरण संबंधी व्यापक पहलुओं पर अधिक जानकारी के लिए सांटाना, अवाद और बेराझेत्ति (२०२०) द्वारा किए गए काम का संदर्भ लें ।

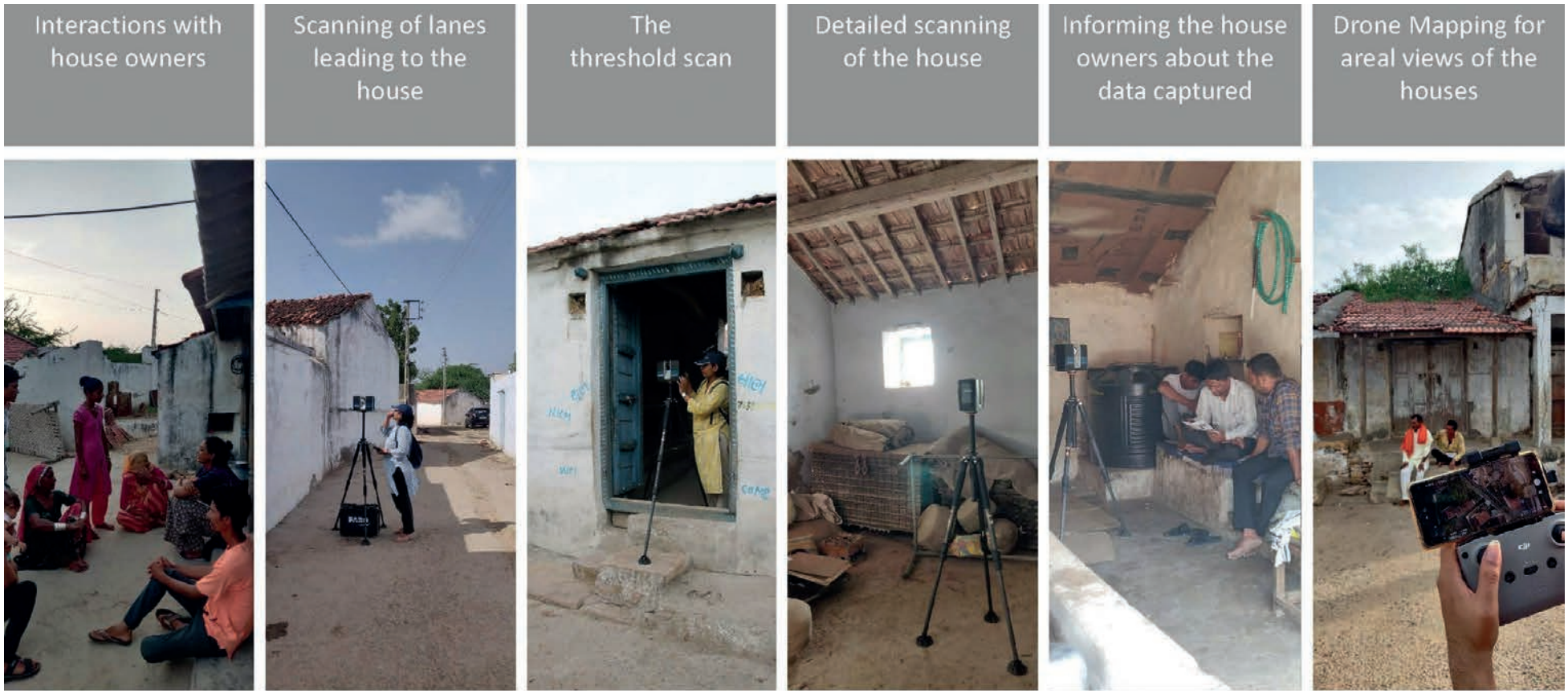
१४. बेला में १७ और १८ नवम्बर २०२१ में आयोजित कार्यशाला और प्रदर्शन "डिजिटल बेला: आर्किटेक्चरल हेरिटेज इन अ न्यू लाईट" । टेकनोलोजी और उसके संभावित परिमाण के बारे में अधिकतर लोग अंजान थे । इसलिए स्थल पर स्केनिंग प्रक्रिया के पूर्ण होने के छह महीने पश्चात कार्यशाला और प्रदर्शनी का आयोजन किया गया । इसके द्वारा समुदाय के सदस्यों को एकत्रित किए गए डेटा से प्राप्त तस्वीरों, वीडियो और निर्माणों के ड्राइंग दिखाए गए । ताकि वे भूकंप संबंधित रोकथाम के तरीकों और पुन:निर्माण के लिए डिजिटल दस्तावेजीकरण प्रक्रिया की उपयोगिता को समझ सकें । व्यक्तिगत भवनों के मालिकों और रखरखाव करने वालों को उनके भवन के 3D डेटा से प्राप्त नक़्शे, अनुभाग और तस्वीरों का संकलन कर के बनाई गई पुस्तिकाएँ बाँटी गई थी । ताकि वे 3D दस्तावेजीकरण प्रक्रिया से मिलने वाले रिकोर्ड को समझ सकें और उसके उपयोग के लिए अपनी स्वीकृति दे सकें।

२.४ स्थल पर डेटा एकत्रीकरण

स्केन प्रक्रिया के पूर्व आयोजन के बावजूद भूकंप बाद की आपातकालीन परिस्थितियों में 3D लेज़र स्केनिंग प्रक्रिया राहत और बचाव की मानवीय ज़रूरतों की आपूर्ति और नगर/गाँव के स्थल पर आँखों देखे आकलन किए जाने के पश्चात दूसरे चरण में आती है। स्थल पर किया गया यह पहले चरण का आकलन 3D लेज़र स्केनिंग के पूर्व आयोजन में सहायक भूमिका निभाता है। इससे खुली जगहों के साथ भूकंप से अप्रभावित अथवा पूरी तरह से ध्वस्त विस्तारों/भवनों को स्केन किए जाने वाले अधिक अथवा आंशिक रूप से क्षतिग्रस्त विस्तारों/भवनों की सूची से अलग किया जा सकता है। स्केन सूची तैयार करने की निर्णय प्रक्रिया में समय और उपलब्ध संसाधन के साथ उपलब्ध हार्डवेयर की प्रोसेसिंग क्षमता भी मापदंड है। कई सारे स्केन को एकीकृत कर तैयार होते बड़े डेटा सेट के साथ काम करना चुनौती भरा होता है और उसमें अधिक समय भी लगता है। इसके मुकाबले भूकंप बाद के शिघ्र क्षति और जोखिम आकलन के लिए व्यक्तिगत भवनों/संरचनाओं से जुड़े छोटे स्केन समूहों के साथ काम करना अधिक आसन और कार्यक्षम होता है। इस स्थिति में स्केन किए जाने वाले गाँव के अलग-अलग विस्तारों को परस्पर जोड़ते स्केन अधिक संख्या में किए जाना महत्त्वपूर्ण नहीं है जितना कि अधिक से अधिक संख्या में असरग्रस्त भवनों को स्केन किया जाना।

क्या स्केन करना है, इसकी स्पष्टता हो जाने के पश्चात :

- स्केनर त्रिपाई (Traipod) को बिलकुल सीधा खड़ा रखने के लिए स्केनर वाचनांक (Reading) के अनुसार उसके पायों को संरेखित (Align) और समतल (Level) करें।
- स्केन किए जाने वाले विस्तार अथवा वस्तु के माप के अनुरूप स्केन पॉइंट की डेन्सिटी वाले स्केन रेज़ल्यूशन को चुने।
- स्केन रजिस्ट्रेशन प्रक्रिया को सरल बनाने के लिए स्केन परियोजना की जटिलता, स्केनर मॉडल और उपयोग किए जा रहे 3DLS सॉफ़्टवेयर के आधार पर स्थल पर टार्गेट पॉइंट का उपयोग करें।
- रंगीन अथवा श्वेत-श्याम, आवश्कता अनुसार स्केन का प्रकार तय करें। रंगीन स्केन के मुकाबले श्वेत-श्याम स्केन करने में कम समय लगता है। श्वेत-श्याम स्केन से प्रक्रिया को तेज़ी से पूरा किया जा सकता है। जैसेकि, बड़े स्केन सेट को जोड़ते डेटा को एकत्रित करने के लिए उनका उपयोग करना। हालाँकि, श्वेत-श्याम स्केन में दृश्य परिणाम रंगीन स्केन के मुकाबले कम माहितीसभर/कम बारीकियों वाले होते हैं, फिर भी उनसे आकलन के लिए आवश्यक तकनीकी पहलुओं की सभी माप संबंधी जानकारी प्राप्त होती है।
- **स्थल पर आकस्मिक कारणों और बदलती/उभरती परिस्थितियों के अनुसार अनुकूलन साधने की तैयारी रखें** और इसके लिए मूल आयोजन में बदलाव करने के लिए भी तैयार रहें। परिस्थिति अनुसार कार्य का आयोजन करें। जैसेकि, अधिक गर्मी के कारण स्केनिंग कर पाना शक्य न हो तब भवन के अंदर लोगों से बातचीत की जा सकती है।
- **ढाँचागत विश्लेष्ण के लिए आवश्यक माहिती की पहचान करें**। जैसेकि, भवन के अंदर से और बाहर से दीवार और छत के जोड़ स्थानों का डेटा एकत्रित करने का प्रयत्न करें।
- **अन्य माहिती स्त्रोत द्वारा पूरक माहिती एकत्रित करें**। जैसेकि, ड्रोन मैपिंग (तस्वीर १५)।
- स्केनिंग प्रक्रिया दरमियान सामने आती कोई भी अनियमितता और घटनाओं (खराब मौसम, रूकावट, हस्तक्षेप, परावर्तित सतहों) को स्केन क्रमांक के साथ **नोट करते रहें**।
- लेज़र स्केनर का उपयोग करते समय हमेशा **निर्माता की सिफारिशों और निर्देशों का पालन करें**। जैसेकि, उपकरण को तापमान की नियत सीमा के बाहर उपयोग में न ले। सुनिश्चित करें कि क्या आपका स्केनर मॉडल जलरोधक (Waterproof) है और उसका उपयोग हलकी बारिश में किया जा सकता है या नहीं।
- अधिक गर्मी जैसी चुनौती भरी परिस्थितियों में **स्केनिंग प्रक्रिया के दरमियान विराम लें अथवा स्केनिंग दल बदलें**।
- स्थल पर **दैनिक डेटा बैकअप लें**।



१५. जून २०२१ में बेला में स्थल पर डेटा एकत्रीकरण की मुख्य गतिविधियाँ: बेला के 3DLS दस्तावेजीकरण के लिए अनुसंधान दल को दो टुकडियों में विभाजित किया गया । पहली टुकड़ी का कार्य था समुदाय के लोगों के साथ मेल-मिलाप और बातचीत और दस्तावेज़ करने के लिए व्यक्तिगत भवनों की पहचान करना (मापदंड: निर्माण तकनीक, जोड़े गए नये हिस्से अथवा फेरबदल, क्षति, जगह आयोजन के प्रकार) । दूसरी टुकड़ी का कार्य था पहली टुकड़ी द्वारा तैयार की गई सूची अनुसार मुख्य खुली जगहों और भवनों का 3DLS द्वारा डिजिटल दस्तावेजीकरण और फोटोग्राफी, वीडियो और ड्रोन फोटोग्राफी की तकनीकों द्वारा पूरक दस्तावेजीकरण करना । दस्तावेजीकरण प्रक्रिया के दरमियान स्थानीय समुदायों के स्थान ज़्यादा से ज़्यादा जुड़ने के प्रयास किए गए । जैसेकि, कई बार चालू स्केनिंग प्रक्रिया के दरमियान आते-जाते वाहनों और प्राणियों को रोकने के लिए बच्चों की मदद ली गई । खासकर बातचीत के दरमियान दल द्वारा समुदाय की सामाजिक रीतियों का ध्यान रखा गया । जैसेकि, उचित पहनावा पहनना और उनके आतिथ्य सत्कार का आदर करना ।

२.५ डेटा का पोस्ट-प्रोसेसिंग

- पोस्ट -प्रोसेसिंग के लिए डेटा को स्केनर से कम्प्युटर में लाने से पहले मूल डेटा को कोपी कर के उसका बैकअप लें ।
- डेटा को पोस्ट -प्रोसेसिंग सॉफ़्टवेयर में आयात करते समय ओटोमेटिक डेटा फिल्टर का इच्छित स्तर चुने ।
- अगर लागू हो, तो सॉफ़्टवेयर द्वारा अपने आप दूर किए जाना ज़रूरी डेटा की माहिती दाखिल करें । जैसेकि, मौसम की स्थिति, मलवे अथवा अस्थायी वस्तुओं (जैसेकि लोग, प्राणी, वाहन) । ध्यान में लें कि पूरे किए गए स्केन में से डेटा को सॉफ़्टवेयर द्वारा अपने आप दूर करने की इस प्रक्रिया में बहुत समय लगता है और इससे बिना कारण स्केनिंग प्रक्रिया महेंगी बनती जाती है । ज़रूरत हो तो ऐसे डेटा को हाथ से ही दूर किया जाना चाहिए । सामान्य रूप से, ऐसी वस्तुएँ मरम्मत और पुन: निर्माण के लिए भवन के विश्लेषण में बाधा रूप नहीं होती ।

२.५.१ डेटा रजिस्ट्रेशन

डेटा रजिस्ट्रेशन निर्दिष्ट (Designated) सॉफ़्टवेयर के उपयोग द्वारा व्यक्तिगत स्केन को एक साथ जोड़ कर बड़े डेटा सेट में परिवर्तित करने की प्रक्रिया है जिसे स्थल पर अथवा डेटा एकत्रीकरण प्रक्रिया के संपन्न होने के बाद किया जा सकता है (तस्वीर १६) । जितनी स्केन की अधिक संख्या, पोस्ट -प्रोसेसिंग के लिए उतनी ऊँची क्षमता (जैसेकि RAM, प्रोसेसर की गति) वाले कम्प्युटर की आवश्कता पड़ती है । कौनसा डेटा आवश्यक है और उसे एक साथ कैसे जोड़ा जाएगा, इसका संतुलन बनाए रखने की सलाह दी जाती है । ताकि प्राप्त 3D पॉइंट क्लाउड को उपलब्ध सॉफ़्टवेयर और हार्डवेयर द्वारा प्रोसेस किया जा सके ।

२.५.२ डेटा को अलग-अलग स्वरूपों में देखना (Visualization), निर्यात करना और परिणाम

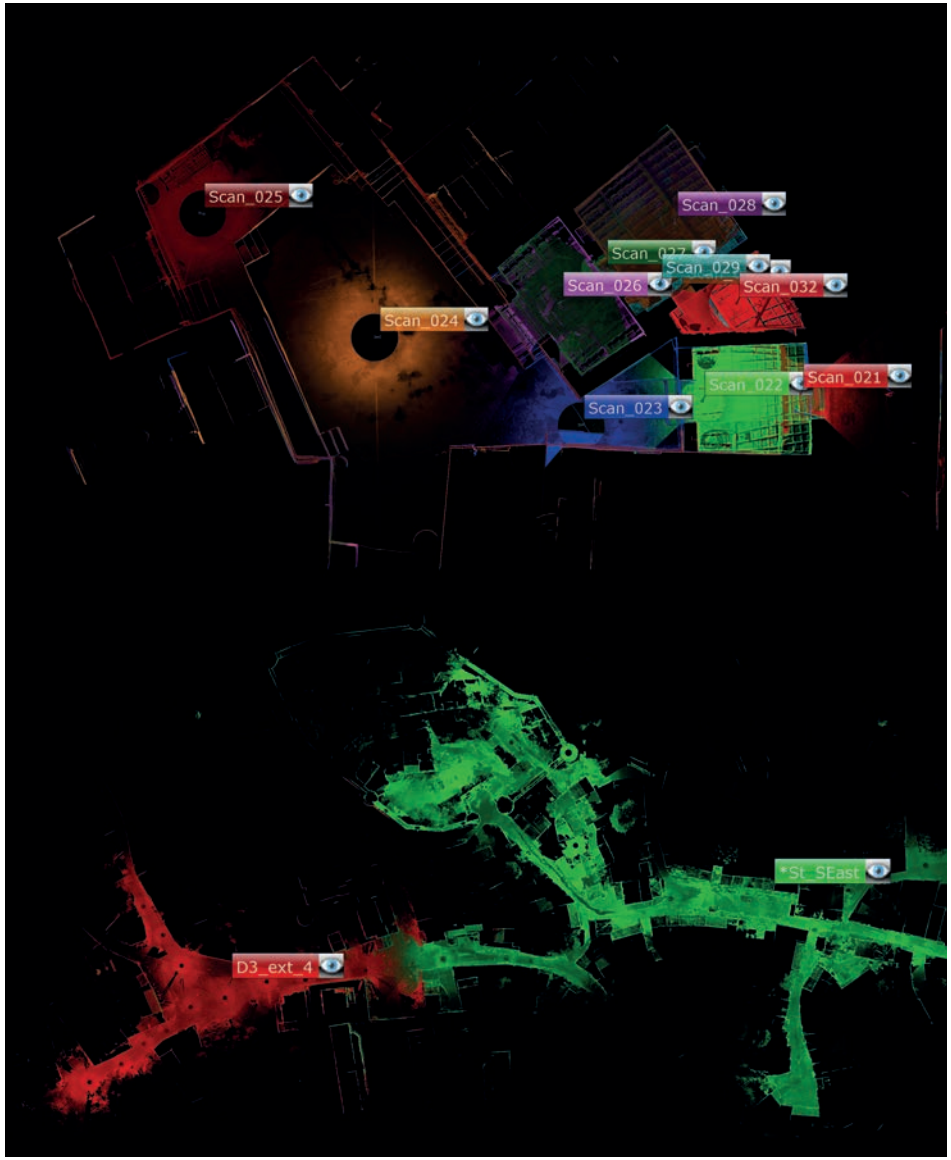
स्केन को एक साथ जोड़ कर एक बार 3D मॉडल तैयार हो जाने के पश्चात, उसे अभ्यास उदेश्यों की विशिष्ट आवश्यकताओं के अनुसार अलग-अलग स्वरूपों में देखा जा सकता है और आवश्यकता अनुसार तस्वीरों और ड्राइंग के रूप में पाया जा सकता है (तस्वीर१७ और १८) । हेरिटेज बिल्डिंग इन्फोर्मेशन मॉडलिंग (HBIM) और आर्टिफिशियल इन्टेलिजन्स (AI) पॉइंट क्लाउड डेटा विश्लेषण के लिए लागू किए जा सकने वाले ऐसे उभरते क्षेत्र हैं, जो पोस्ट प्रोसेसिंग प्रक्रिया को महत्त्वपूर्ण रूप से बहेतर बना सकते हैं । इतना ही नहीं, भविष्य में पॉइंट क्लाउड के प्रत्यक्ष/सीधे अवलोकन और मानवीय विश्लेषण की संभावनाओं के लिए भी वे पूरक हैं ।

२.५.३ डेटा की सुलभ्यता, उसे सुरक्षित रखना और सुधारते रहना

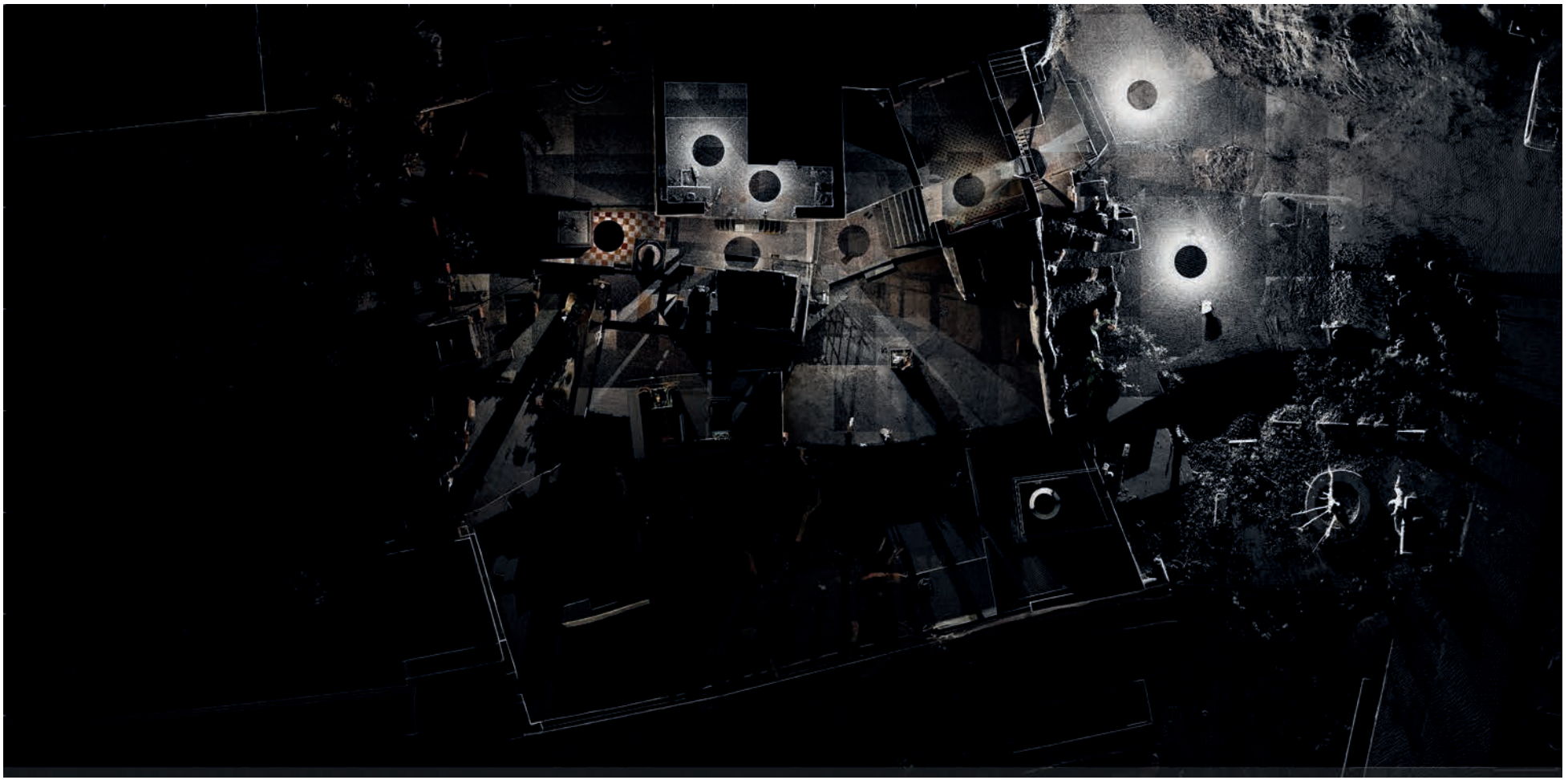
- समुदायों, शैक्षणिक संस्थान, सामाजिक संगठनों, स्थानीय शासन और अन्य संगत हितधारकों के लिए 3D दस्तावेजीकरण को सुलभ बनाएँ । जैसेकि, यह डेटा सरकारी संस्थानों को धरोहर के महत्त्व को लेकर संवेदनशील बनाने के लिए संबद्ध हो सकता है । उन्हें जोखिम प्रबंधन और आपातकालीन प्रक्रियाओं में इसका उपयोग करने के लिए भी सशक्त बनाया जा सकता है । इसी तरह, डेटा समुदायों के सशक्तिकरण के लिए भी सहायक बन सकता है । समुदाय जोकि मूर्त और अमूर्त संस्कृति के परम रक्षक और वाहक है । 3D दस्तावेजीकरण को उनके साथ साझा कर के उन्हें उनकी संस्कृति के मूल्य और उससे मिलने वाले लाभ की अभिव्यक्ति कर सकने के लिए सशक्त बनाया जा सकता है ।[४]

४ इस अनुसंधान परियोजना (१०.१७६३१/RD-२०२२-०००२-DCAT) का आधार डेटा http://irep.ntu.ac.uk/id/eprint/45904/ पर उपलब्ध है । साथ में प्रत्येक डेटा सेट को तैयार करने में योगदान देने वाले दल के सदस्यों के नाम भी दिए गए हैं ।

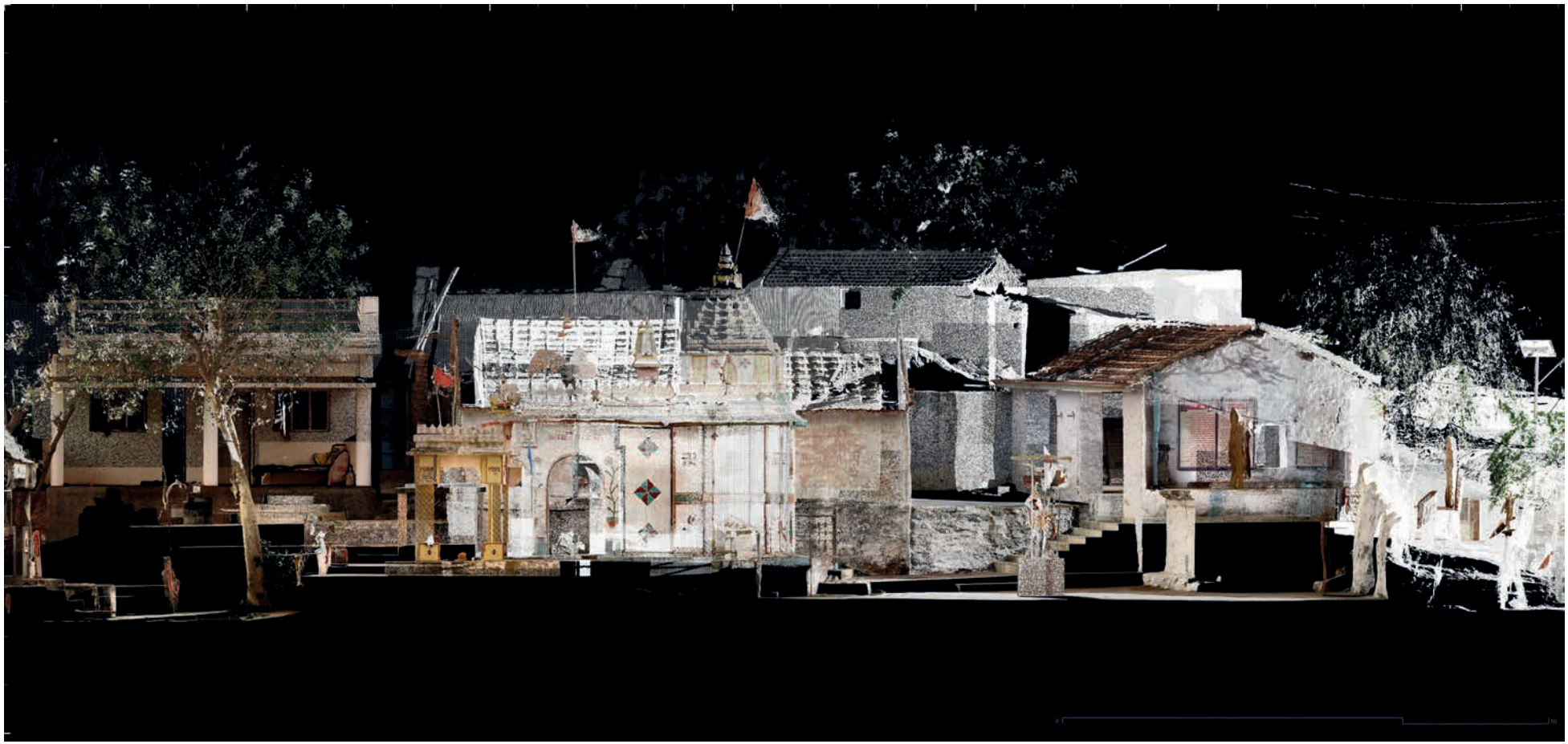
- डेटा की कम्प्यूटर फ़ाइल बनाते समय उसके उपयोग काल को ध्यान में रखना महत्त्वपूर्ण है। जैसेकि, ओपन-सोर्स सॉफ़्टवेयर के अनुकूल फ़ाइल का प्रकार चुनना, डेटा को सदा के लिए सुलभ्य रखने के लिए ऑनलाइन प्लेटफोर्म जैसे साधनों का उपयोग कर संग्रहित करना। एकत्रित डेटा, पोस्ट-प्रोसेसिंग और डेटा को सुरक्षित संग्रहित करने के नियमों के विस्तृत विवरण के लिए मोर, रुनट्रेय और केटलर (२०२२) के काम को देखें।
- धरोहर संरक्षण के लाभार्थ डेटा एकत्रीकरण समय के साथ चलते रहने वाली प्रक्रिया बन सकती है। जहाँ नियमित अंतराल पर स्थल मुलाकातों के आयोजन द्वारा स्केन करने में छुटे हुए हिस्सों का डेटा एकत्रित किया जा सकता है अथवा क्षति में आते क्रमिक बदलाव अथवा उसके विस्तार को दस्तावेज़ किया जा
सकता है।



१६. बेला, भारत के डेटा सेट के लिए फारो सीन सॉफ़्टवेयर के उपयोग से की गई स्केन की रजिस्ट्रेशन प्रक्रिया।



१७. बेला (गुजरात) में स्थल पर एकत्रित 3DLS डेटा से तैयार किया गया मंदिर - १८ का प्लान । 3D स्केन मॉडल से संरचना/विस्तार के नक़्शे, अनुभाग और एलिवेशन जैसे तकनीकी ड्राइंग माप के साथ पाये जा सकते हैं ।



१८. बेला के उसी मंदिर का 3D डेटा से तैयार किया गया अनुभाग । 3D पॉइंट क्लाउड, तस्वीरों और पाये गए तकनीकी ड्राइंग को सुसंगत सॉफ़्टवेयर द्वारा 3D और 2D में माहिती के विश्लेष्ण और उसे समझने के लिए उपयोग में लिया जा सकता है ।

३.
भूकंप बाद विश्लेषण के लिए 3DLS

३. भूकंप बाद विश्लेषण के लिए 3DLS

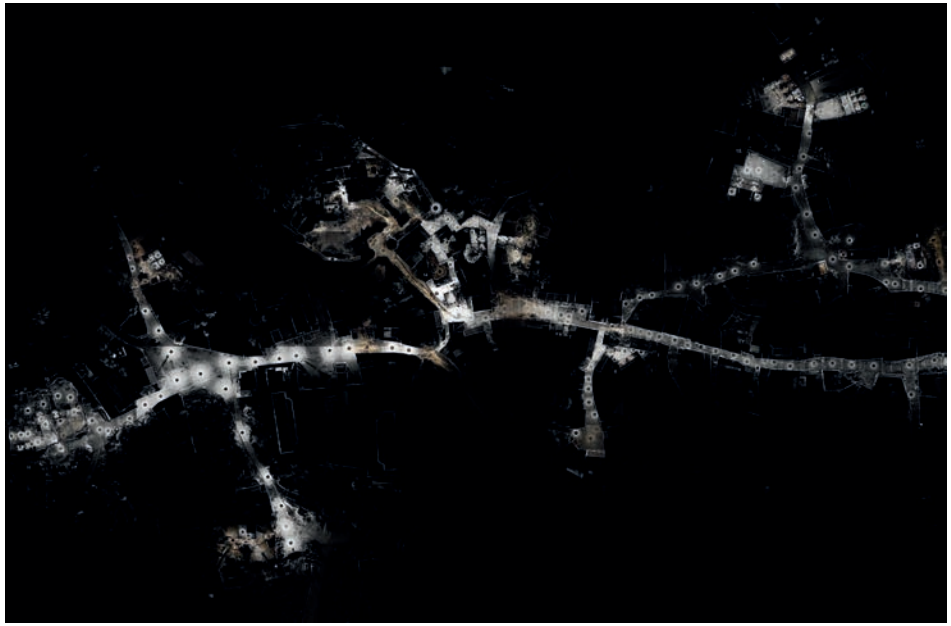
3DLS द्वारा किए गए बड़े विस्तार के सर्वेक्षण का उपयोग तीन परस्पर संबंधित स्तर पर रणनीतियाँ विकसित करने के लिए किया जा सकता है:

- **नगर/गाँव के स्तर पर** । नगर/गाँव के सिहांवलोकन (Overview) के लिए, उनके नक़्शे को समझने, उनकी सीमाओं के विस्तार और संरचनाओं की सामान्य विशेषताओं की जानकारी प्राप्त करने के लिए (तस्वीर १९) ।
- **मुहल्ले/कस्बे /भवनों के समूह के स्तर पर** । निर्मित पर्यावरण में भवनों के आकार, उनके निर्माण की परिभाषा और उसमें परिवर्तन (Morphology), खुली जगहों के उपयोग और प्रवेश स्थानों को स्पष्टता से दर्शाने के लिए (तस्वीर २०) ।
- **भवनों के स्तर पर** । व्यक्तिगत भवनों का बारीकी से परीक्षण करने के लिए: उपयोग में लिए गए पारंपरिक निर्माण तरीकों और निर्माण अवयव, किए गए बदलाव और पहुंची क्षति (तस्वीर २०) की जानकारी प्राप्त करने के लिए ।

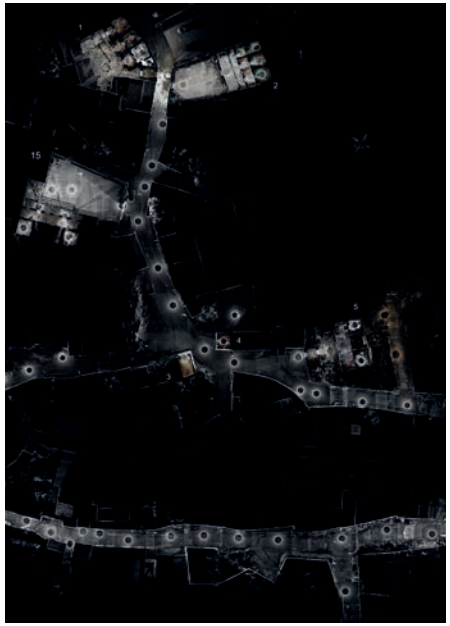
धरोहर नगरों/गाँवों के सटिक और विस्तृत रिकोर्डिंग और दस्तावेजीकरण के लिए स्थापत्य, सांस्कृतिक और ऐतिहासिक परिमाणों को 3D लेज़र तकनीक (3DLS), टेरेस्ट्रिअल और एरियल फोटोग्राफी द्वारा सम्मिलित करना चाहिए । हाथ से माप कर किए जाते सर्वेक्षण जैसी पारंपरिक ड्राइंग तकनीकों के मुकाबले 3DLS प्रक्रिया तेज़ है । वह निम्नलिखित तरीकों से भूकंप आशंकित क्षेत्रों में स्थित धरोहर नगरो/गाँवो में भूकंप बाद पुन:निर्माण और जोखिम प्रबंधन कार्यों को सूचित और आधार प्रदान करती है:

- **स्थानीय विशिष्टताओं और पारंपरिक रीतियों को समझने में मददरूप बन कर** । जैसेकि, निर्माण सामग्री, निर्माण तरीकों, निर्मित पर्यावरण में भवनों के आकार, उनके निर्माण की परिभाषा और उसमें परिवर्तन (Morphology), जगहों के उपयोग और स्थल की प्राकृतिक विशेषताओं के साथ उनके संबंध । यह जानकारी निर्माणों के मरम्मत संबंधी आयोजन, पुनरुद्धार, मौजूदा ढाँचे को मज़बूती प्रदान करने के लिए उसमें बदलाव करना और/अथवा परंपरागत आवास/विस्तार का उसी जगह पुन:निर्माण करते समय बहुत उपयोगी साबित होती है ।
- **भवनों में किए गए रूपांतरण, फेरबदल और नये जोड़े गए हिस्सों की जानकारी प्राप्त करने में मददरूप बन कर** । आवास, भवनों के समूह/कस्बे/मुहल्ले अथवा नगर/गाँव के स्तर पर किए गए बदलावों की जाँच करने से निवासियों और समुदाय की ज़रूरतों को प्रगट किया जा सकता है । निवासियों और समुदाय की ज़रूरतों को समझना प्रभावी पुन:निर्माण प्रक्रिया के लिए अति महत्त्वपूर्ण है । किए गए बदलावों की जानकारी से ढाँचागत कमज़ोरियाँ (जोकि संभवत: इन बदलावों के कारण पैदा हुई अथवा उसमें उनके कारण वृद्धि हुए हो) पहचानी जा सकती है और उनको संभवत: दूर किए जाने के उपाय खोजे जा सकते हैं ।
- **क्षति और जोखिम आकलन में मददरूप बन कर** । एकत्रित स्केन डेटा से निर्मित पर्यावरण को पहुँची क्षति को प्रगट किया जा सकता है और उसकी कल्पना की जा सकती है । संरचनाओं की भौतिक स्थिति की जानकारी होना मरम्मत, पुनरुद्धार अथवा मौजूदा ढाँचे को मज़बूती प्रदान करने के लिए उसमें बदलाव करना जैसे कार्यों के लिए बहुत महत्त्वपूर्ण हैं । इन कार्यों से भवनों की भूकंप प्रतिरोधकता में वृद्धि की जा सकती है ।

हालाँकि, डेटा एकत्रीकरण और कुछ तरह के आकलन भूकंप बाद की शिघ्र गतिविधियों के भाग रूप किए जा सकते हैं । यह विभाग गुजरात में २००१ में आये भूकंप (७.७ Mw) से प्रभावित बेला गाँव के अभ्यास दृष्टांत द्वारा भूकंप बाद किए गए मध्य और दीर्घकालीन विश्लेष्ण का उदाहरण देता है । यह टेकनोलोजी को आपातकालीन परिस्थितियों में लागू करने के लिए आवश्यक है कि परिवेश के अनुरूप समझदारी पूर्वक उनका अनुकूलन किया जाए । साथ ही प्राथमिकताओं की व्याख्या करना और व्यापक रूपरेखा के अंतर्गत डेटा एकत्रीकरण के लिए संस्थाकिय व्यवस्था की भी आवश्कता है (देखें पृ.२१ पे दिया गया संक्षिप्त नीति का संदर्भ) ।



१९. स्थल पर लिए गए सभी स्केन की प्रोसेसिंग से प्राप्त बेला का नक़्शा ।



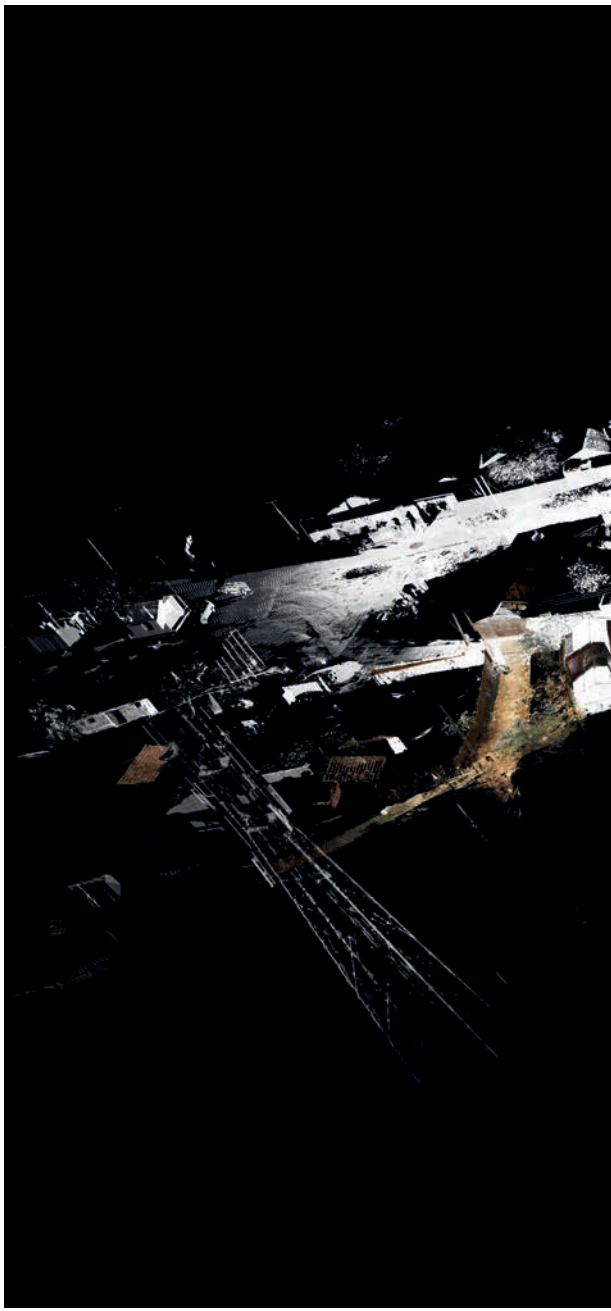
२०. बेला में दरबारगढ़ के आस-पास के विस्तार को दर्शाता उसी नक़्शे का बड़ा किया गया भाग ।

२१. बेला में दरबारगढ़ विस्तार के आवास-१ और आवास-२ को दर्शाता तस्वीर-२० में दिए गए नक़्शे का बड़ा किया गया भाग ।

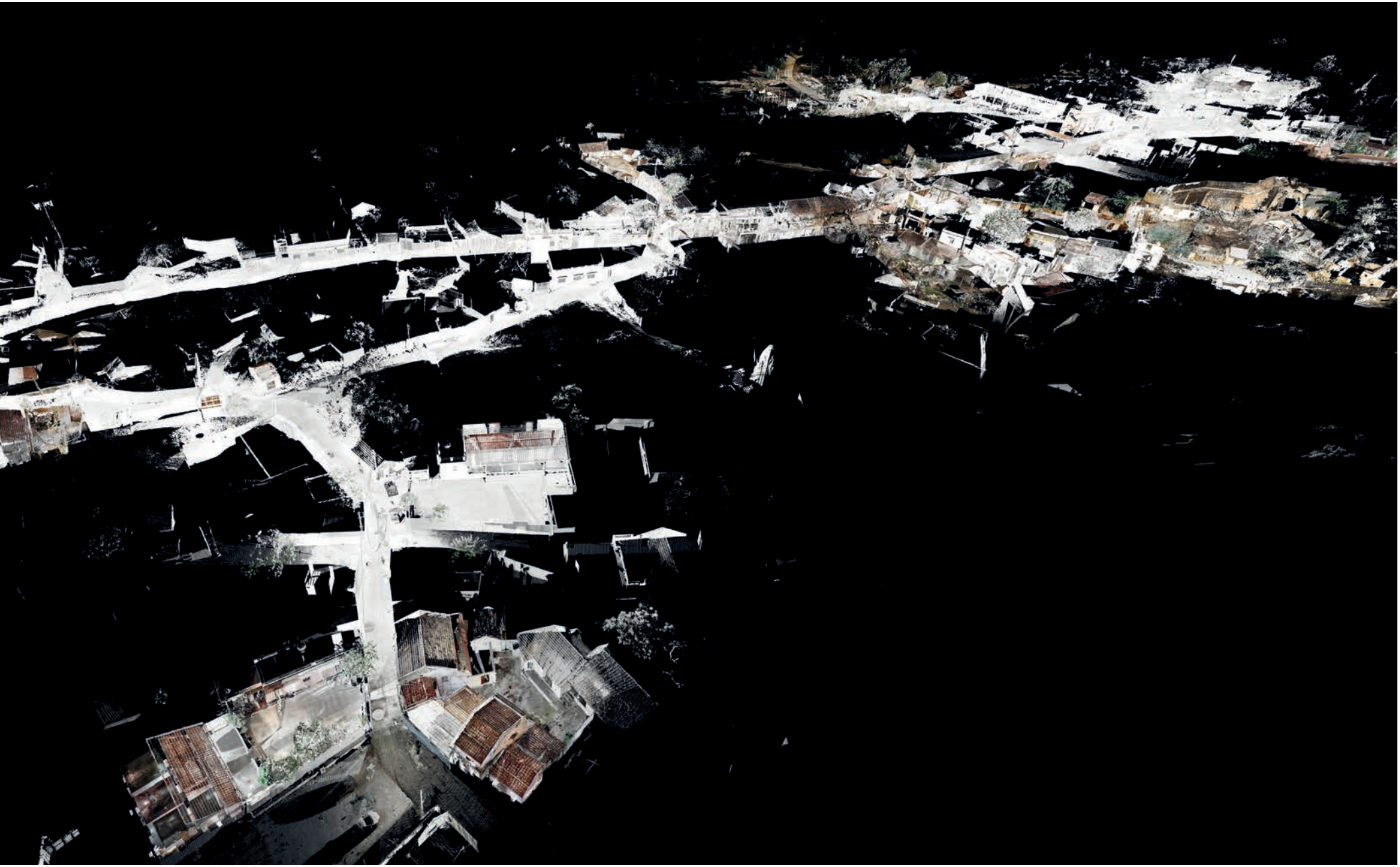
३.१ विशिष्टताओं का विश्लेष्ण

3DLS का उपयोग दृश्य रिकोर्ड और बातचीत के साथ पारंपरिक आवासों और नगरों/गाँवों के निम्नलिखित पहलुओं के मध्य और दीर्घकालीन विश्लेष्ण के लिए किया जा सकता है । यह विश्लेष्ण इन पहलुओं के ठोस प्रमाण पाने और उन्हें माप के साथ ड्राइंग के रूप में दर्शाने के लिए किया जा सकता है । यह सांस्कृतिक रूप से संवेदनशील पुन:निर्माण प्रक्रिया की तरफ़ ले जाता है ।

- **नगर/गाँव का आयोजन,** वहाँ की भौगोलिक विशेषताएँ, विविध हिस्सों के विशेष प्रयोजन और उपयोगिता, खास कर के स्थानीय निवासियों के लिए (तस्वीर २२) ।
- स्थल की खुली जगहों और निर्मित विस्तार के बीच के संबंध को दर्शाता हुआ **निर्मित पर्यावरण में भवनों के आकार, उनके निर्माण की परिभाषा और उसमें परिवर्तनों का विश्लेष्ण** (Morphology) ।
- सार्वजनिक और निजी जगहों के **विशेष प्रयोजन ।**
- भवनों का **आंतरिक आयोजन ।**
- **प्रवेश स्थल ।**
- **पारंपरिक निर्माण सामग्री और तरीकों** द्वारा साधा गया स्थानीय जलवायु परिस्थितियों में अनुकूलन । जैसीकि, गर्म आबोहवा के प्रतिरोध के लिए मिट्टी की चौड़ी दीवार का उपयोग/ भारी बारिश के पानी को सरलता से बहा देने के लिए ज़्यादा ढलानवाली छत ।

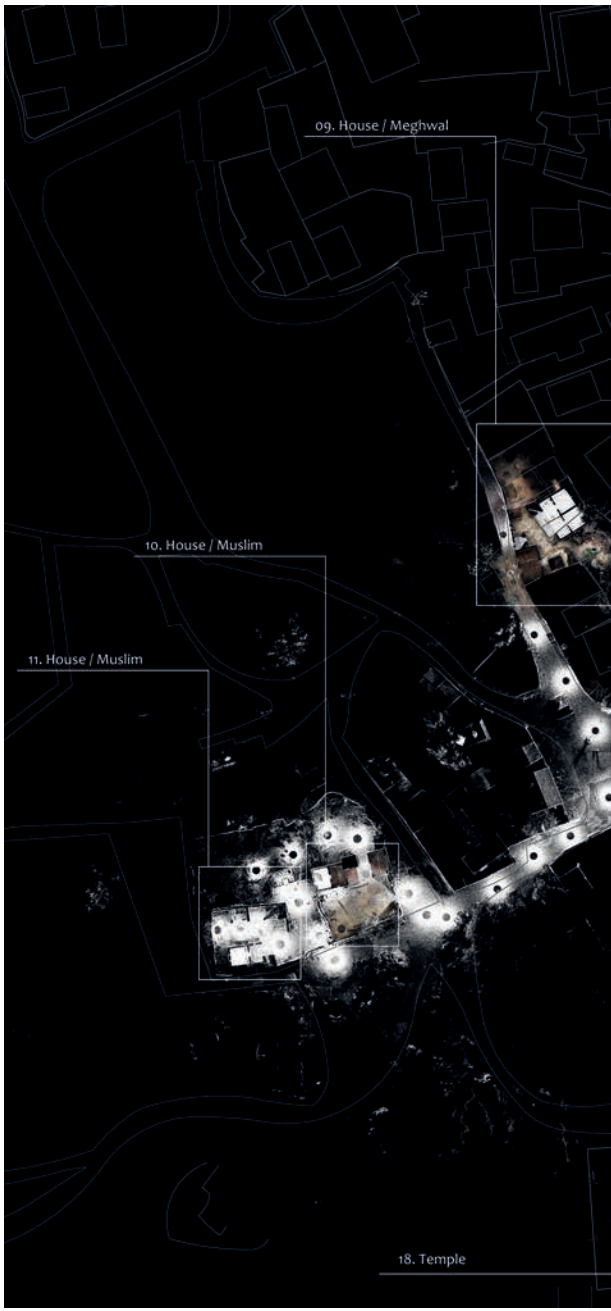


२२. जून २०२१ में एकत्रित किए गए 3DLS डेटा से तैयार किया गया बेला का एरियल दृश्य । बेला के ऐतिहासिक विस्तार को दैनिक ७ घंटे काम कर के ५ दिनों में स्केन किया गया था और कुल मिलाकर ३२६ स्केन लिए गए थे ।

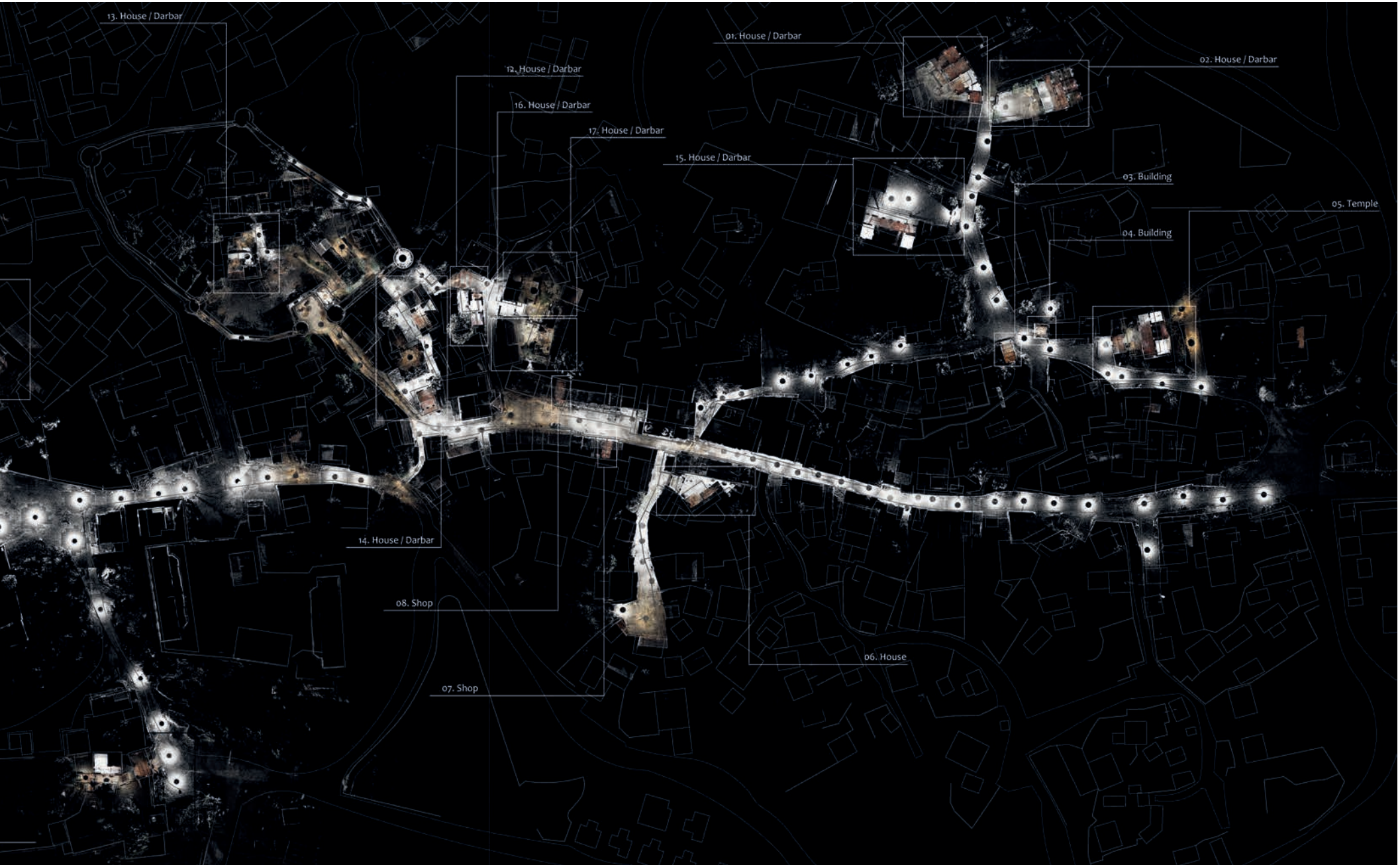


आगे दी गई तस्वीरें 3DLS डेटा से तैयार की गई है । काले गोल आकार डेटा एकत्रीकरण के लिए जहाँ 3D लेज़र स्केनर रखा गया था वह स्थान दर्शाते हैं । काले हिस्से वे हैं जिनका स्केन डेटा उपलब्ध नहीं है ।

3DLS का उपयोग हर एक संरचना को पहुँची क्षति के आधार पर भूकंप बाद गतिविधियों का मार्गदर्शन करने में उपयोगी नक़्शे तैयार करने के लिए किया गया । विविध माहिती स्त्रोत को सम्मिलित कर के तैयार किया गया नक़्शा (तस्वीर २३) निर्मित और खुली जगहों की न सिर्फ भौतिक विशिष्टताओं, परंतु वे बाकी गाँव के साथ कैसे जुड़ी हैं यह समझने में भी सहायक हुआ (तस्वीर २४) । यह आगे पुन:निर्माण की रणनीतियों के आयोजन को भी सूचित कर सकता है । जैसेकि, भवनों की स्थिति सुधारने के लिए योग्य तरीकों का चयन करना (मरम्मत, मौजूदा ढाँचे को मज़बूती प्रदान करने के लिए उसमें बदलाव करना (Retrofitting) अथवा उसका पुन:निर्माण), समुदाय के शरण स्थल/पलायन मार्ग जैसी जगह आयोजन संबंधी माहिती को सम्मिलित करते हुए नगर/गाँव के स्तर पर जोखिम अल्पीकरण और आकलन की योजना बनाना ।



२३. अंदर से भी स्केन किए गए १८ भवनों को दर्शाता 3DLS डेटा से तैयार किया गया बेला का नक़्शा । बेला में पूर्व आयोजन करते समय गूगल अर्थ नक़्शे के आधार पर तैयार किए गए CAD ड्राइंग की पुष्टि करने के लिए 3D स्केन डेटा का सटिक माध्यम के रूप में उपयोग किया गया । इस तस्वीर में दिए गए भवन क्रमांक का उपयोग इस पूरे दस्तावेज़ में उदाहरणों की चर्चा करते समय उनकी पहचान करने के लिए किया गया है ।


13. House / Darbar
01. House / Darbar
02. House / Darbar
12. House / Darbar
16. House / Darbar
17. House / Darbar
15. House / Darbar
03. Building
05. Temple
04. Building
14. House / Darbar
08. Shop
06. House
07. Shop

२४. ज़मीन की ढलान स्पष्ट करता बेला के मध्य भाग से लिया गया अनुभाग ।

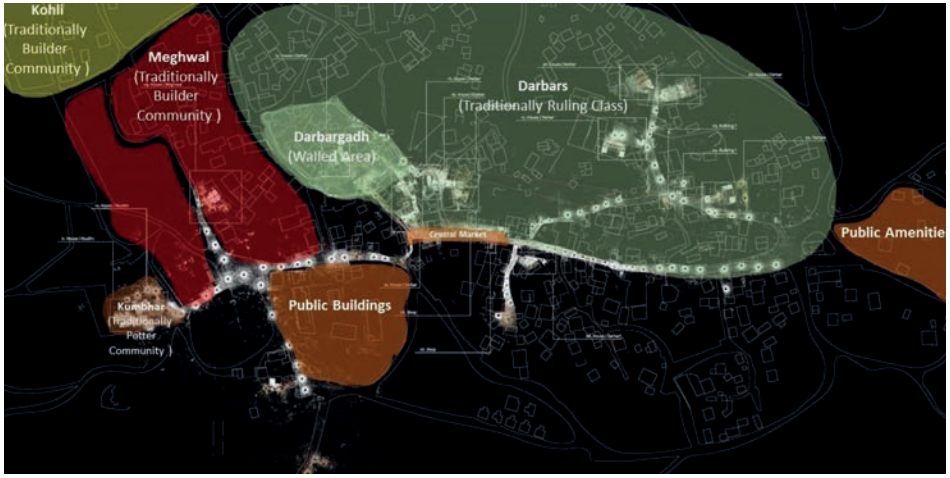
२५. बड़ा कर के दिखाया गया तस्वीर-२४ में दिया गया बाज़ार चोक की तरफ़ देखता और सार्वजनिक बैठने की जगहों को दर्शाता अनुभाग ।

arket Square
House 1
Building 4
House 2
Temple 5

स्थानीय लोगों से बातचीत और फोटोग्राफिक रिकोर्ड द्वारा बेला के सामाजिक समीकरणों को बड़े से सूक्ष्म स्तर पर समझने में सहायता मिली (तस्वीर २७) । ऐसी माहिती सिर्फ़ भूकंप की स्थिति में ही नहीं परंतु, तैयारी के चरण में भी महत्त्वपूर्ण होती है । ताकि उसके द्वारा नगर/गाँव के भौतिक और सामाजिक ढाँचे के परस्पर जीवंत संबंध को समझा जा सके और उसका आदर किया जा सके ।

3DLS डेटा के साथ सामान्य निरीक्षणों ने दर्शाया कि, अधिकतर निर्माण रेतीले पत्थर और मिट्टी अथवा सिमेन्ट के गारे से बनाए गए एक मंज़िला (तस्वीर २८, २९) थे । उनकी ढलान वाले छप्पर लकड़ी और मिट्टी की खपरैल (Clay tile) से बने थे । जिन दीवारों पे प्लास्टर नहीं था (तस्वीर ३०) वहाँ स्केन द्वारा पत्थर की चिनाई की निर्माण तकनीक की बारीकियाँ भी दस्तावेज़ हुई ।

२६. बेला के मुख्य बाज़ार चोक में स्थित सार्वजनिक बैठक जहाँ गाँव के पुरुष इकठ्ठा होते हैं ।

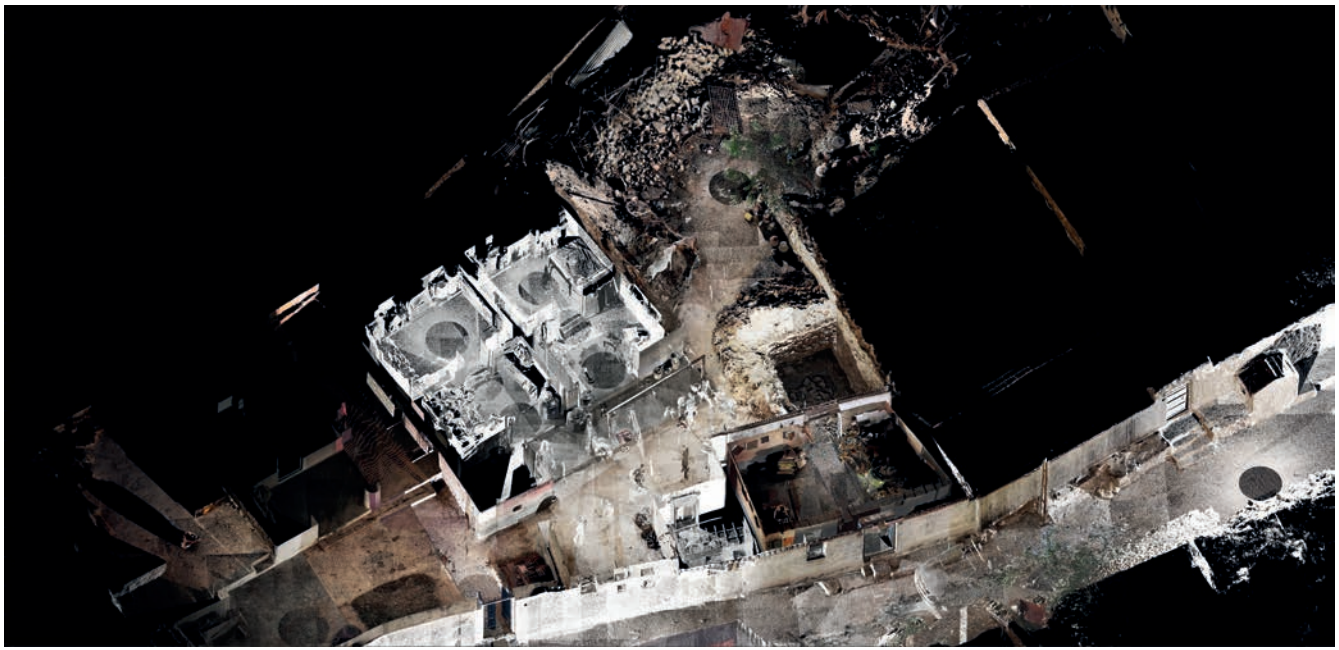


२७. 3DLS डेटा का आधार ले कर तैयार किया गया बेला गाँव के सामाजिक ढाँचे और जगह आयोजन के समीकरण को दर्शाता नक़्शा । गाँव की सामाजिक-सांस्कृतिक, धार्मिक और/अथवा वर्ण/जाति आधारित सीमाओं की पहचान करना इसलिए प्रासंगिक है, क्योंकि इसकी पहचान करने से स्थानीय सामुदायिक जुड़ाव के कार्यों को उनके परिवेश के अनुरूप अनुकूलित किया जा सकता है ।

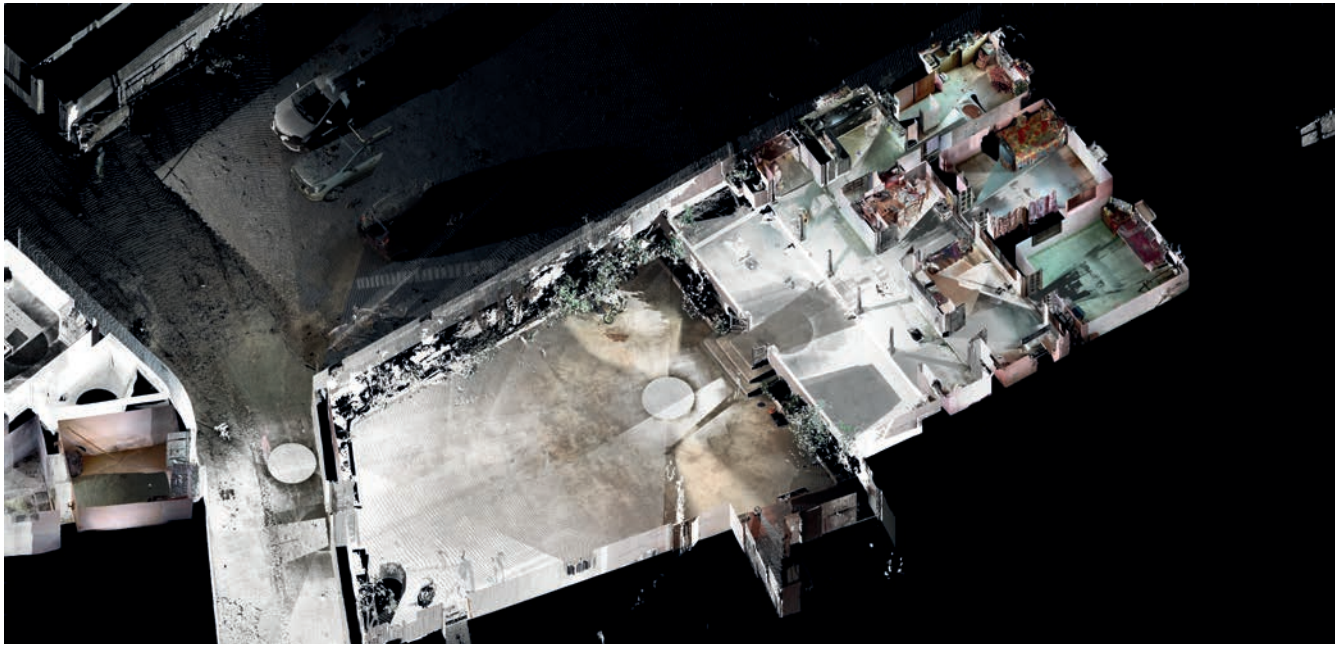
२८. बेला के एक मंज़िला आवास की प्लास्टर वाली दीवार ।

२९. पत्थर और सिमेन्ट के गारे से दीवार चुनते समुदाय के सदस्य ।

३०. 3DLS डेटा से तैयार किया गया निर्माण में उपयोग में लाई गई पत्थर की चिनाई की बारीकियाँ दर्शाता बेला के भवन-३ का अनुभाग और एक्झोनोमेट्रिक । भवन कहाँ स्थित है यह जानने के लिए तस्वीर -३ में दिए गए नक़्शे को देखें ।



३१. बेला में जून २०२१ में एकत्रित किए गए 3DLS डेटा से तैयार किया गया आवास-९ का एक्झोनोमेट्रिक दृश्य ।



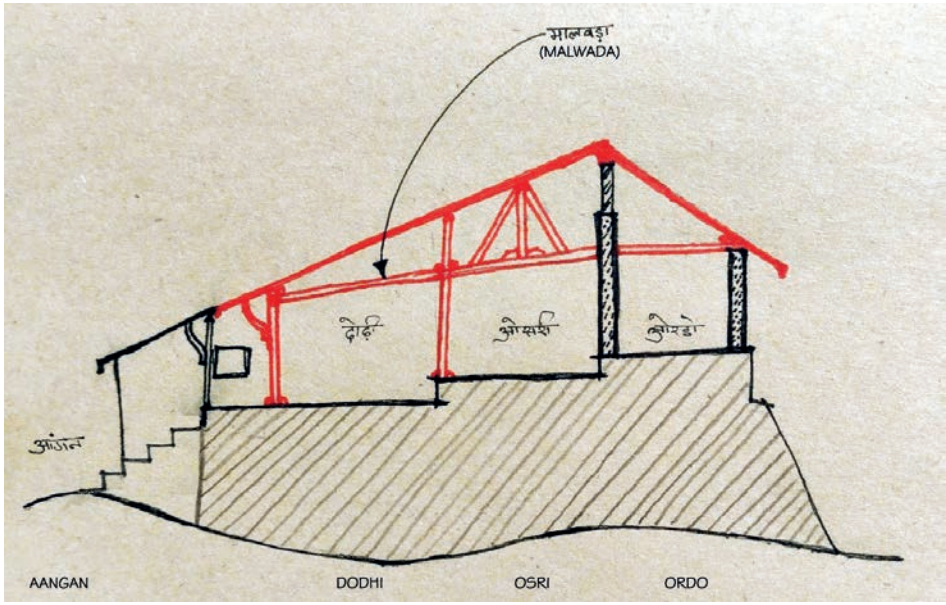
३२. बेला में जून २०२१ में एकत्रित किए गए 3DLS डेटा से तैयार किया गया आवास-२ का एक्झोनोमेट्रिक दृश्य ।

३३. बेला में एकत्रित किए गए 3DLS डेटा से तैयार किया गया आवास-९ के अंदरूनी जगह आयोजन को दर्शाता नक़्शा ।

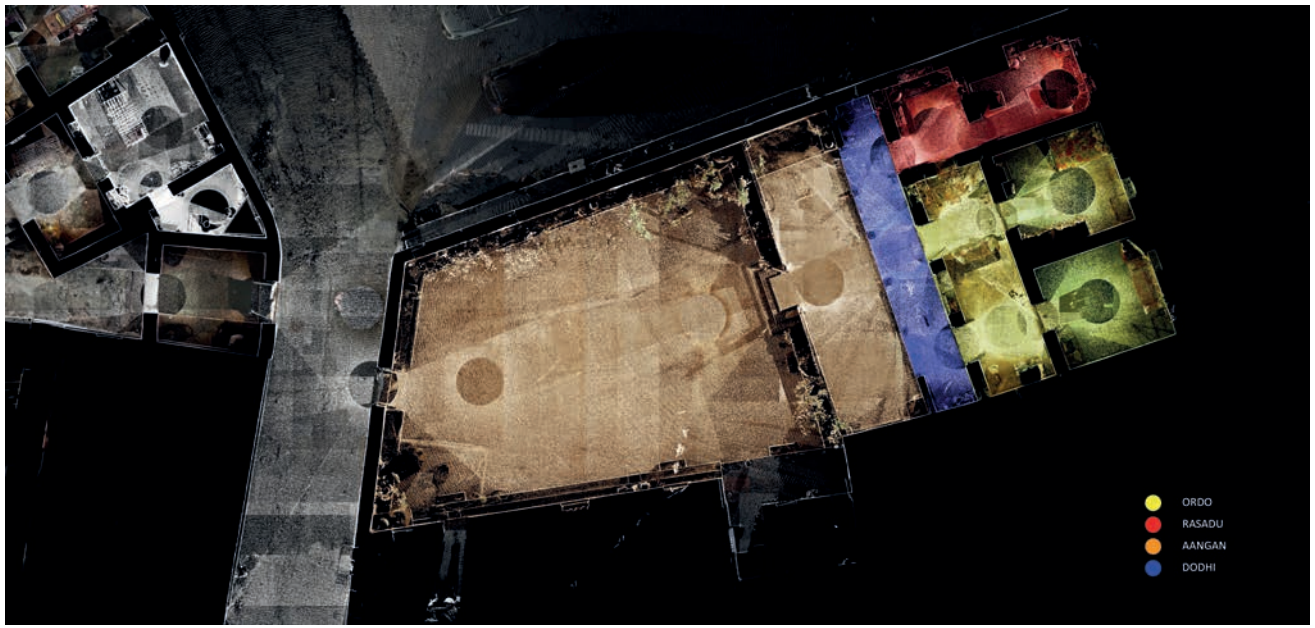
3D लेज़र स्केन डेटा भवनों के आयोजन प्रकार के विश्लेष्ण और पूरक डेटा को अलग-अलग स्वरूप में देख सकने के लिए आधार रूप बन सकता है । जैसेकि, स्थल पर हमारे दल द्वारा किए गए निरीक्षणों और लोगों से बातचीत से अनुमान लगाया गया कि आवास – ९ (तस्वीर ३१) सामाजिक स्तर पर पिछड़े वर्ग के परिवार का था, जबकि आवास-२ (तस्वीर ३२) प्रमाण में नया था और सामाजिक स्तर पर उपले वर्ग के परिवार का था । दोनों ही पत्थर में बनी लकड़ी के ढाँचे वाली संरचनाएँ हैं और जिनकी छत ढलान वाली है ।

दोनों का निर्माण ईमारत बंद (Plinth) पर किया गया है और इमारत बंद (Plinth) की ऊँचाई का संबंध मालिक की आर्थिक स्थिति से है । हालाँकि, ज़मीन की ढलान और स्थल की स्थिति भी उसको निर्धारित करने में कारणभूत हो सकते हैं । आवास का आयोजन आम (Public) से अंतरंग (Private) जगहों के क्रम के रूप में किया गया है । इस क्रम के साथ फ़र्श तल और दीवारों का घेरा भी बढ़ता जाता देखा जा सकता है ।

आवास – ९ की तुलना में अधिक संपन्न परिवार की मालिकी का आवास-२ प्रमाण में ऊँचे ईमारत बंद (Plinth) पर स्थित है और उसके फ़र्श तल में प्रमाण में अधिक उतार-चढाव है । मुख्य कक्ष (ओरडो) सामान्य रूप से आवास के मुख्य प्रवेशद्वार की तरफ़ देखते हुए सबसे ऊँचे फ़र्श तल पर बनाए गए हैं । आवास के सभी हिस्से ओसरी नाम के आवास के थोड़े कम अंतरंगी (Private) और आंशिक रूप से खुले हिस्से (बरामदे) में खुलते हैं । जैसेकि, आवास -९ में देखा जा सकता है, आर्थिक रूप से पिछड़े वर्ग के आवासों में कभी-कभी ओसरी की जगह कक्ष होते हैं । दोनों आवासों में, दोढी आवास का सबसे अधिक आम (Public) हिस्सा है । बरामदे जैसा ढका हुआ यह हिस्सा मुख्य रूप से घरेलू कामों के लिए उपयोग में लिया जाता है । आवास की एक बाजू पर स्थित रसोई (रसोडुं), जगह की उपलब्धता के आधार पर बाक़ी आवास से अलग बनाया जाता हिस्सा है । अधिकतर आवासों के आँगन में शौचालय का बनाया जाना प्रमाण में नया है और उसे मुख्य भवन से अलग बनाया जाता है (तस्वीर ३७-४३) । यहाँ चर्चित माहिती में 3DLS डेटा और सर्वेक्षण दरमियान स्थानीय लोगों के साथ की गई बातचीत के रूप में प्राप्त डेटा को एकीकृत किया गया है ।

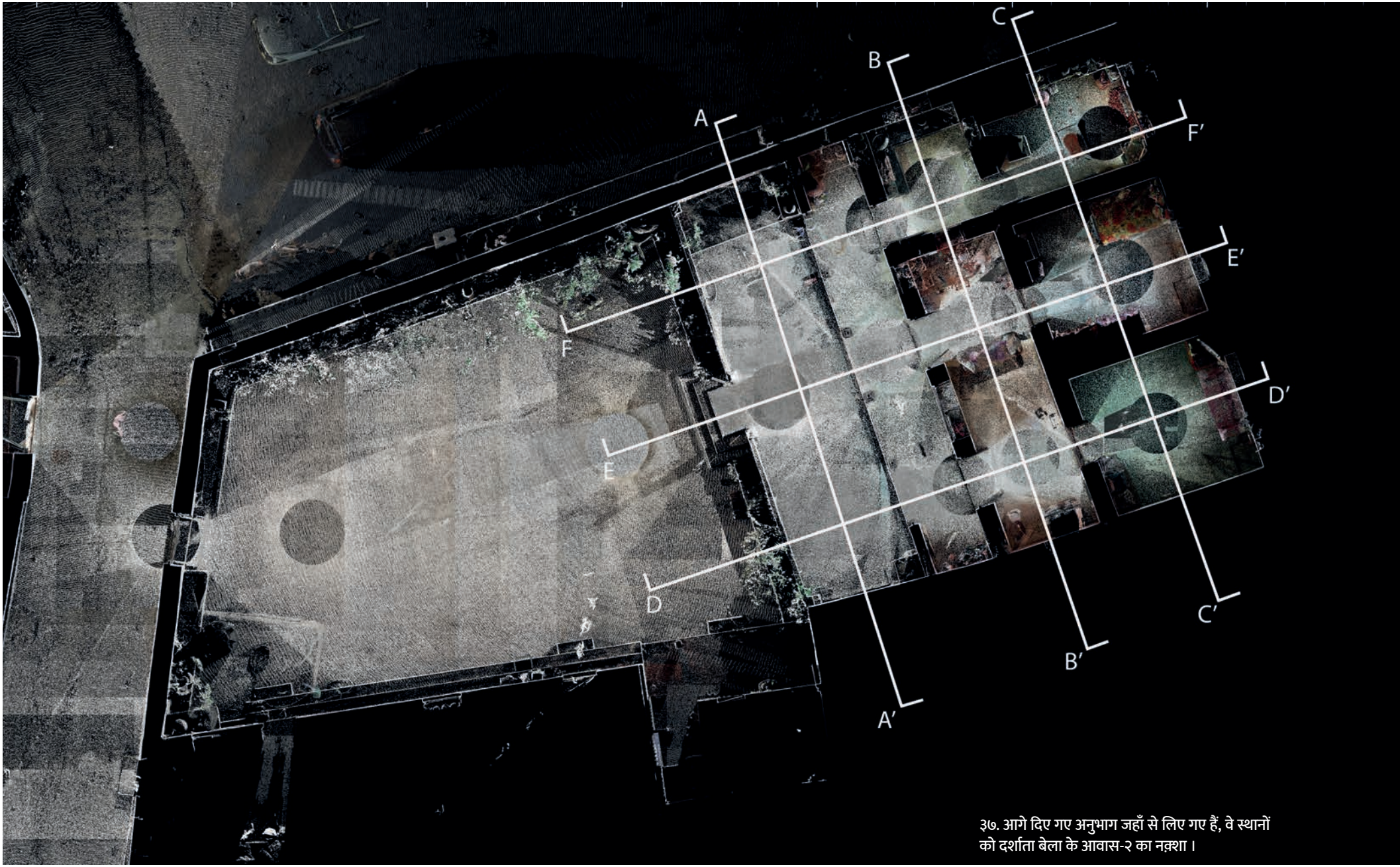


३४. बेला के आवास-२ का अंदरूनी जगह आयोजन दर्शाता अनुभाग ।

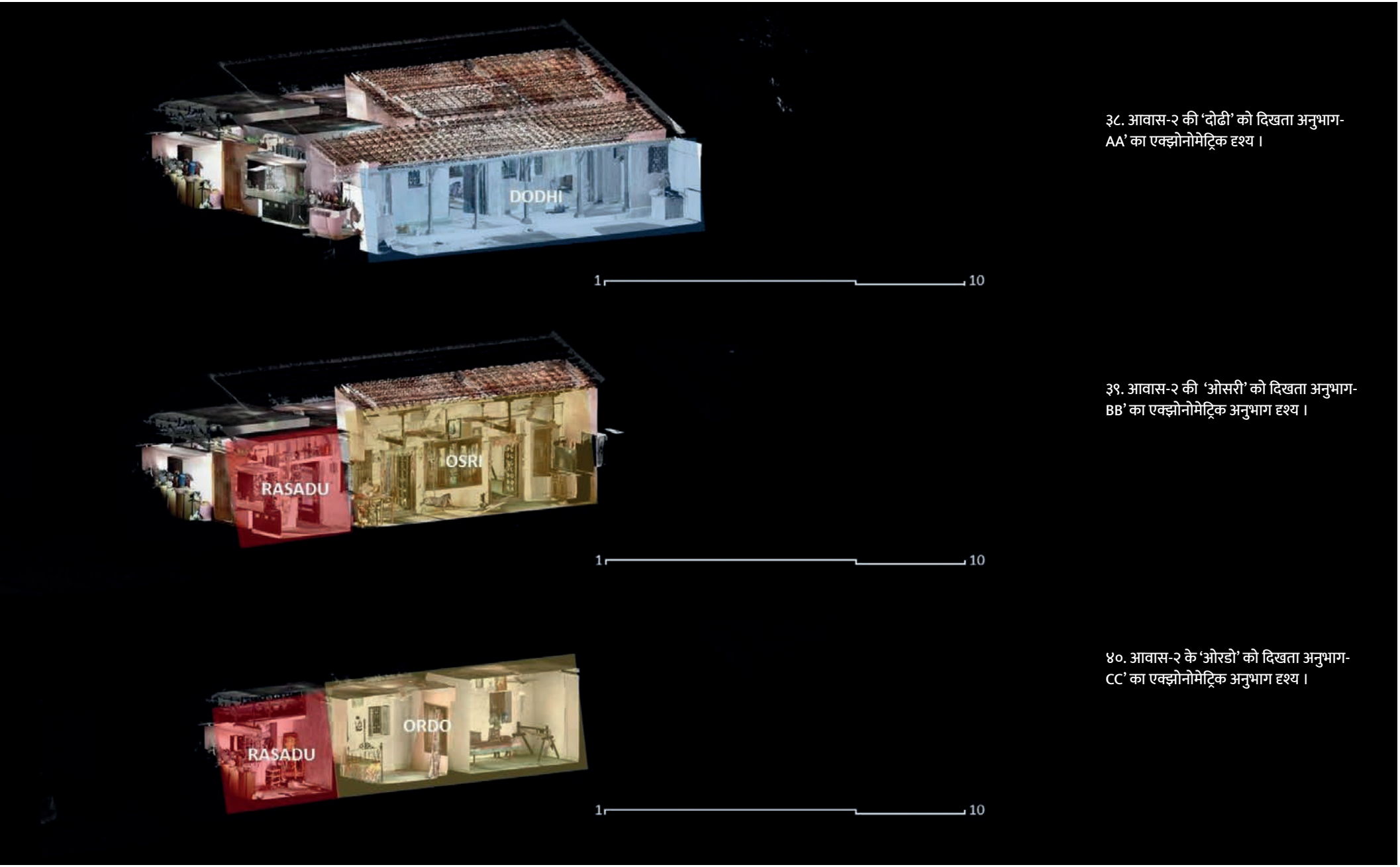


३५. एकत्रित 3DLS डेटा द्वारा तैयार किया गया बेला के आवास-२ का अंदरूनी जगह आयोजन दर्शाता नक़्शा ।

३६. 3DLS डेटा द्वारा तैयार किया गया बेला के आवास-२ का अंदरूनी जगह आयोजन दर्शाता अनुभाग ।



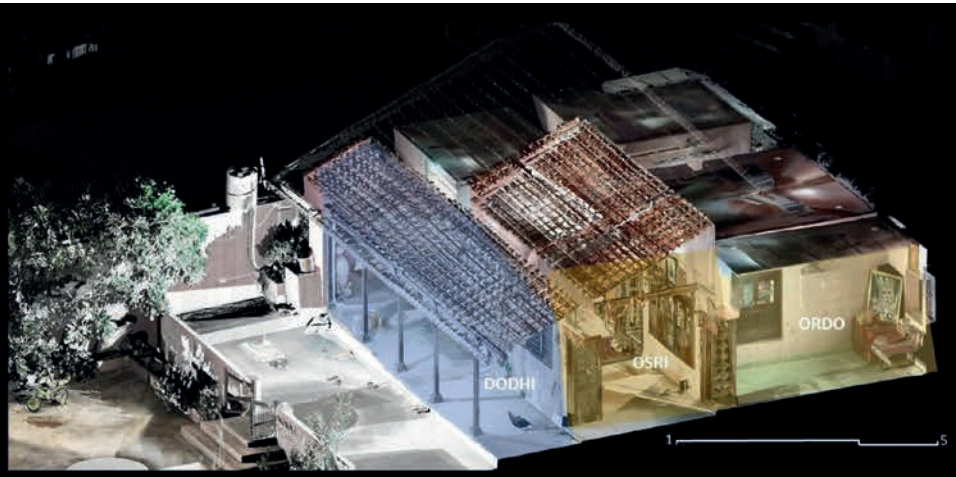
३७. आगे दिए गए अनुभाग जहाँ से लिए गए हैं, वे स्थानों को दर्शाता बेला के आवास-२ का नक़्शा।



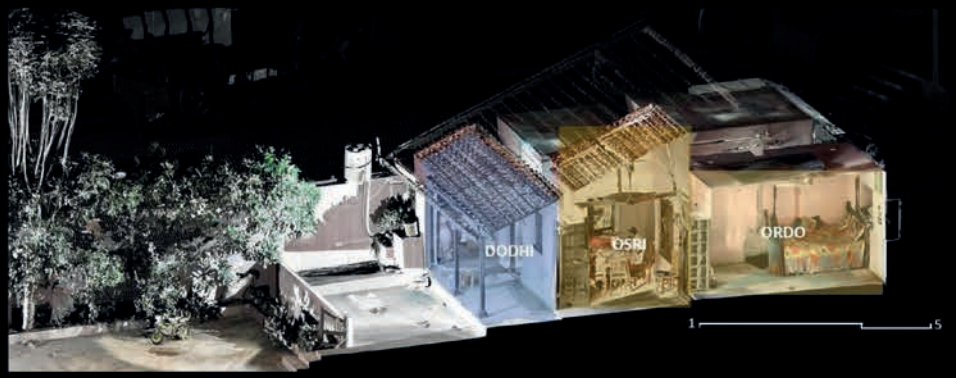
३८. आवास-२ की 'दोढी' को दिखता अनुभाग-AA' का एक्झोनोमेट्रिक दृश्य ।

३९. आवास-२ की 'ओसरी' को दिखता अनुभाग-BB' का एक्झोनोमेट्रिक अनुभाग दृश्य ।

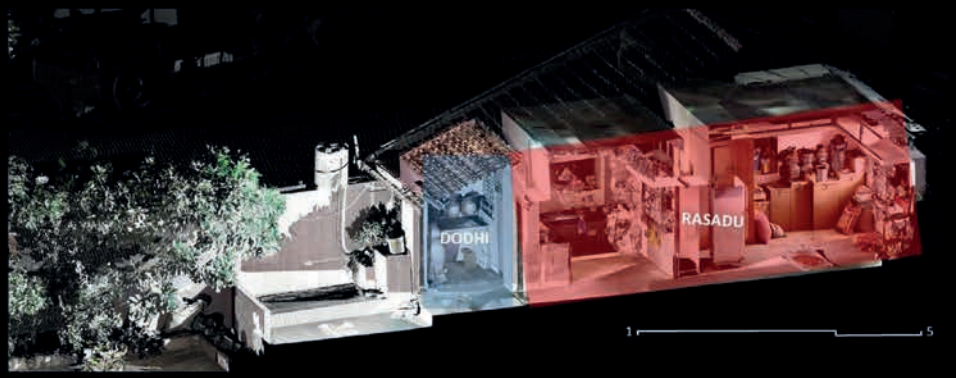
४०. आवास-२ के 'ओरडो' को दिखता अनुभाग-CC' का एक्झोनोमेट्रिक अनुभाग दृश्य ।



४१. आवास-२ के कक्ष, छत और सज्जा-सामान (Furniture) को दिखाता अनुभाग-DD' का एक्झोनोमेट्रिक दृश्य ।

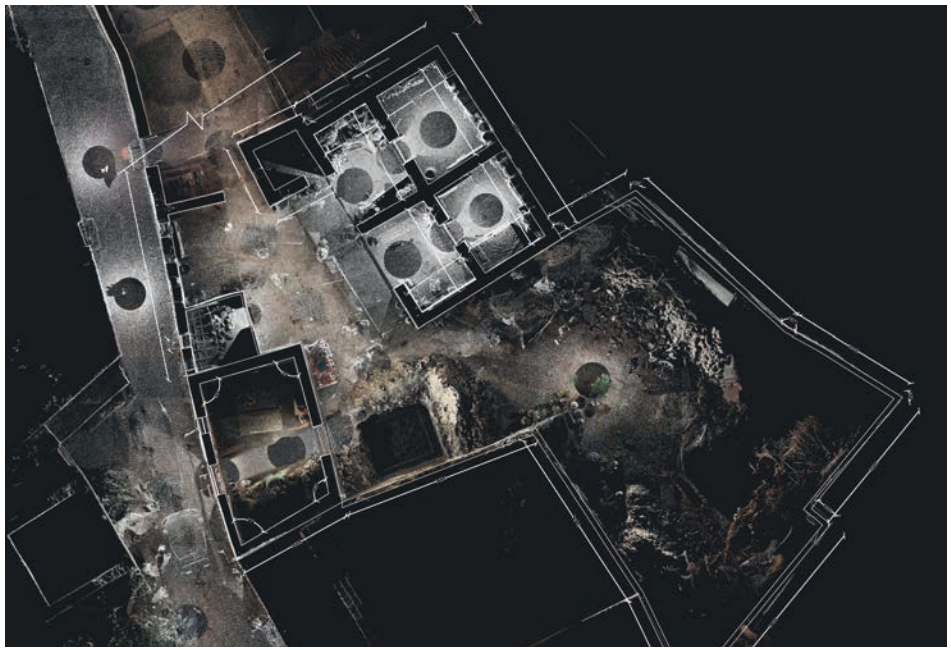


४२. आवास-२ के कक्ष, छत और सज्जा-सामान (Furniture) को दि दिखाता अनुभाग-EE' का एक्झोनोमेट्रिक अनुभाग दृश्य ।



४३. आवास-२ के 'रसोडुं', बरतन रखने की व्यवस्था और घर में उगे पेड़-पौधों को दिखाता अनुभाग-FF' का एक्झोनोमेट्रिक अनुभाग दृश्य ।

जैसे आवास-९ के लिए किया गया (तस्वीर ४४, ४५) है, 3D पॉइंट क्लाउड को 2D ड्राइंग विश्लेष्ण के लिए AutoCAD में सटिक माप के साथ निर्यात किया जा सकता है। उसे रेविट (Revit) सॉफ़्टवेयर में HBIM विश्लेष्ण के लिए भी निर्यात किया जा सकता है।



४४. आवास-९ का स्केन किए गए डेटा में से निकाला गया जहग के माप को दर्शाता 2D ड्राइंग।

४५. 3DLS से प्राप्त आवास-९ के नक़्शे के अंदर AutoCAD में बनाया गया सज्जा-सामान की व्यवस्था दिखाता नक़्शा।

३.२ पारंपरिक निर्माणों में परिवर्तनों की पहचान और विश्लेषण

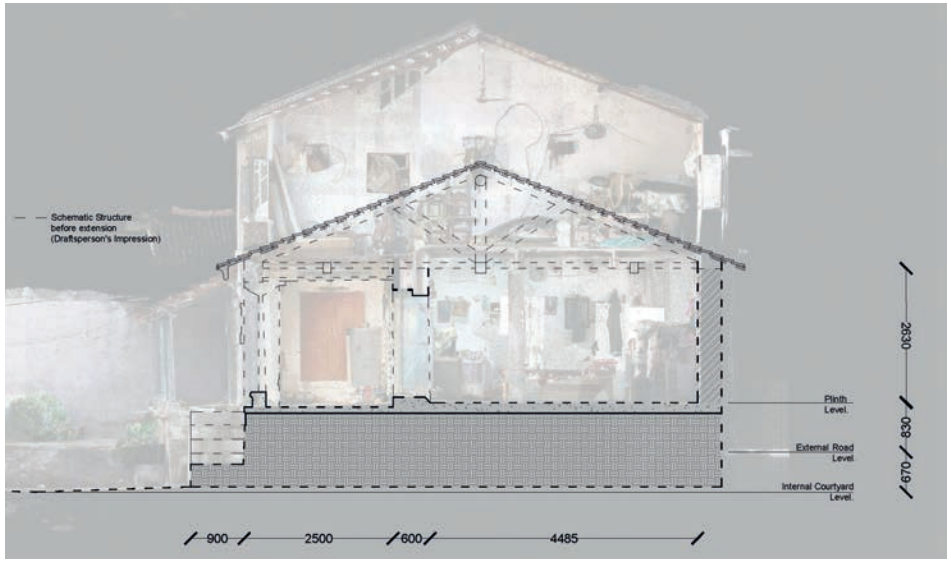
परंपरागत नगरों/गाँवों में समुदाय की बदलती आवश्कताओं, आधुनिक निर्माण सामग्री तक पहुँच बढ़ने, आपदा अथवा स्थानांतर के कारण परिवर्तन आते हैं। एक तरफ़ 3DLS तकनीक ऐसे परिवर्तनों की पहचान और विश्लेष्ण के लिए मापे जा सकने वाला डेटा प्रदान करती है, तो दूसरी तरफ़ लोगों के साथ बातचीत इन परिवर्तनों के पिछे छिपे कारणों की पहचान करने के लिए अधिक असरदार साबित होती है। बातचीत द्वारा स्थानीय लोगों के इन परिवर्तनों से गुज़रने के अनुभवों में झाँका जा सकता है। फल स्वरूप, समुदाय के साथ बातचीत का तरीका पुन:निर्माण योजनाओं के आयोजन के लिए एक मूल्यवान संसाधन है।

यह पद्धतियाँ आवासों और नगरों/गाँवों को प्रभावित करते परिवर्तनों के विभिन्न पहलुओं का विश्लेष्ण शक्य बनाती हैं। इस विश्लेष्ण से स्थल और उसके निवासियों की आवश्कताओं और संबद्ध अतिसंवेदनशील मुद्दों को निर्धारित करने के लिए महत्त्वपूर्ण संकेत मिलते हैं। जैसेकि,

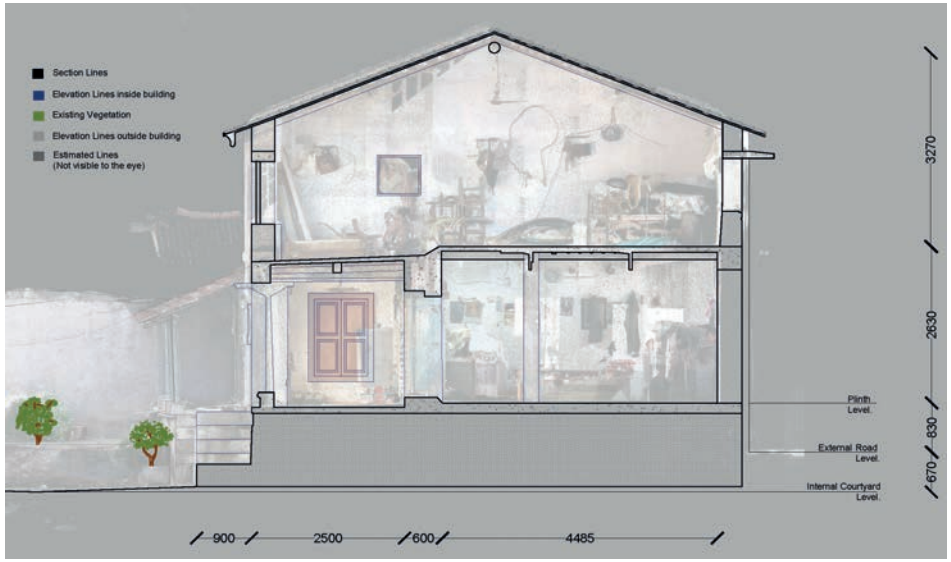
- अगर दस्तावेजीकरण का संग्रहित डेटा प्राप्य है, तो स्थल में समयांतर आए बदलाव।
- बदलती ज़रूरतों (जैसेकि, परिवार का विस्तार) के कारण समुदाय द्वारा आवासों में नये हिस्सों का निर्माण या बदलाव।
- बाहरी परिबलों के कारण उपयोग में ली जाती निर्माण सामग्री में बदलाव। जैसेकि, आधुनिक निर्माण सामग्री का सुलभ बनना।
- स्थानीय निर्माण सामग्री के अप्राप्य होने अथवा पारंपरिक ज्ञान के लुप्त होने के कारण गैर-स्थानीय, बिनपरंपरागत निर्माण तकनीक अथवा निर्माण सामग्री का उपयोग में लिया जाना।
- रीति-रिवाजों में बदलाव के कारण जगहों में बदलाव किया जाना।
- बदलती जीवन शैली का प्रभाव। जैसेकि, आपदा बाद के स्थानांतरण (Migration) अथवा पुनर्वसन के कारण।

४६. एक मंज़िला आवास-१ में निर्माण की गई नई उपरी मंज़िल।

४७. स्केन किए गए 3D डेटा में से तैयार किया गया आवास-१ का आवास के आँगन में से लिया गया उपरी मंझिल को दिखता सामने का दृश्य।



४९. 3DLS से प्राप्त डेटा के उपयोग से AutoCAD द्वारा तैयार किया गया आवास-१ का उपरी मंजिल बनाए जाने से पहले की स्थिति का अंदाज़ देता अनुभाग ।



५०. 3D पॉइंट क्लाउड डेटा का उपयोग कर के AutoCAD में तैयार किया गया आवास-१ की मौजूदा ढाँचागत व्यवस्था का विश्लेष्ण करता अनुभाग ।

४८. आवास-१ की २००१ के भूकंप बाद पुन:निर्मित उपरी मंज़िल का नक़्शा ।

बेला में समुदायों द्वारा परिवार बढ़ने के कारण उनके आवासों का विस्तार किया गया था । ज़मीन सुलभ होने के कारण, अधिकतर समुदायोंने खास कर अधिक संपन्न परिवारोंने कई बार परंपरागत डिज़ाइन आधारित परंतु, बिनपरंपरागत निर्माण सामग्री (इंट/कोंक्रिट) का उपयोग कर के नये आवास बनाना पसंद किया था । उदाहरणार्थ, बातचीत दरमियान आवास-१ के मालिक ने बताया कि उसका आवास जहाँ स्थित है वह बेला के सबसे पुराने आवास समूहों/कस्बों में से एक था । वहाँ के सभी आवास एक मंज़िला थे । उनके आवास-१ में पत्थर और लकड़ी से उपरी मंज़िल का निर्माण किया गया था । भूज में २००१ में आये क्षेत्र के सब से विनाशकारी भूकंप से उपरी मंज़िल पूरी तरह ध्वस्त हो गई थी । उपरी मंज़िल का पुन:निर्माण आधुनिक और बिनपरंपरागत निर्माण सामग्री (पत्थर और पक्की इंट, सिमेन्ट के गारे और रेइनफोर्सड सिमेन्ट कोंक्रिट –RCC का स्लेब) द्वारा किया गया (तस्वीर ४६-५०) था । अभी, उसका उपयोग भंडार की तरह किया जा रहा है ।

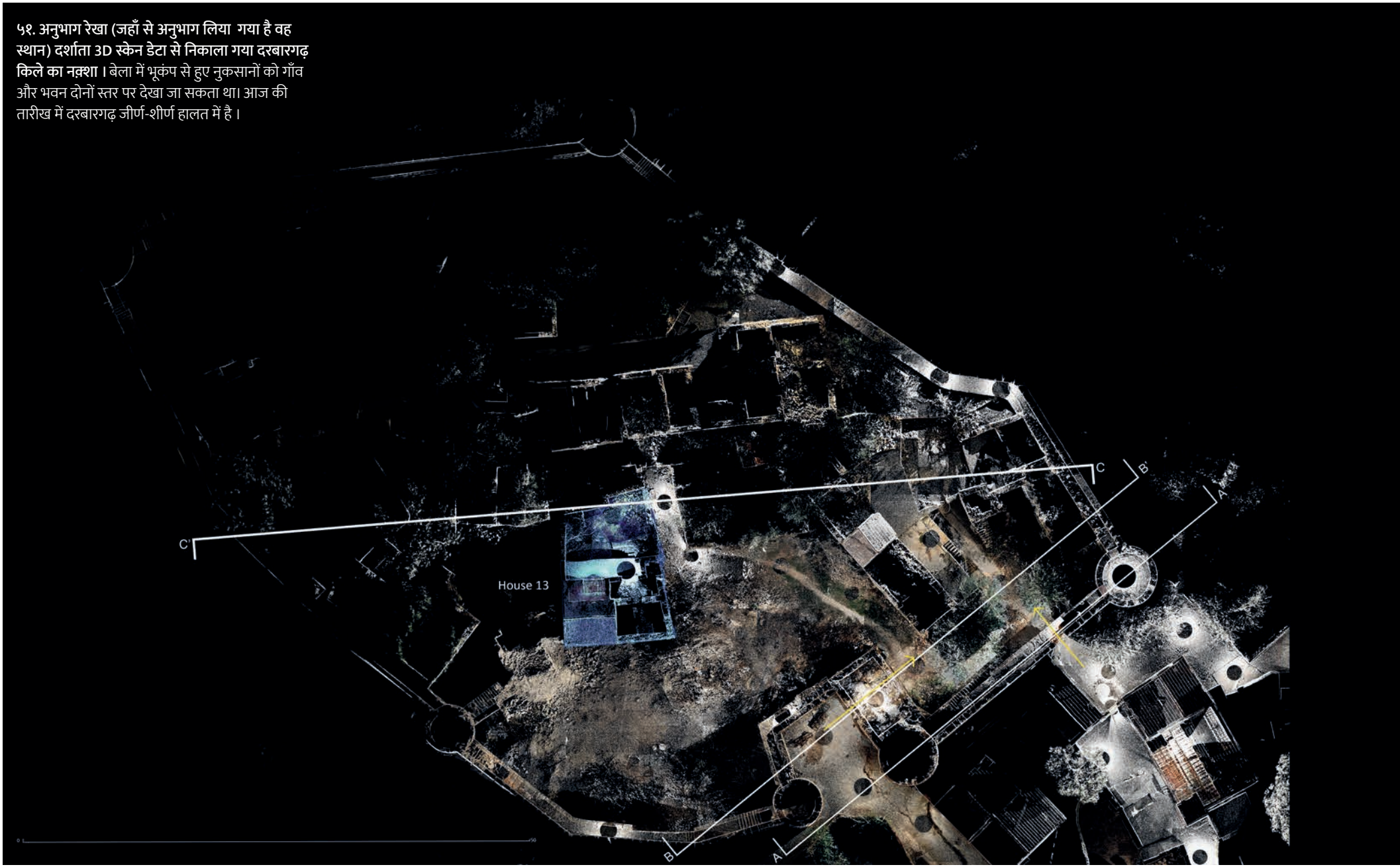
3DLS स्केन से प्राप्त डेटा के AutoCAD द्वारा तैयार किए गए 2D ड्राइंग (तस्वीर ४९-५०) के विश्लेष्ण द्वारा देखा जा सकता है कि, उपरी मंज़िल भूकंप से सुरक्षित नहीं है । इसका कारण है, विविध निर्माण सामग्री का उपयोग और उपरी मंज़िल की फ़र्श के पतले स्लेब द्वारा मिलता अपर्याप्त ढाँचागत आधार । जैसेकि ऐसे अन्य स्थानों पर देखने को मिलता है, बेला में भी पुराने भवन के उपर नई मंज़िल को आधुनिक बिन-परंपरागत निर्माण सामग्री के उपयोग द्वारा योग्य तरीके से बनाने के लिए कोई तकनीकी सहायता प्रदान नहीं की गई थी (अथवा माँगी गई थी) । परिणाम स्वरूप, अब पूरा भवन संभवित रूप से भूकंप का सामना करने के लिए कमज़ोर है । इतना ही नहीं, यह आँगन की खुली जगह, जो अन्यथा भूकंप के दरमियान एकत्रित होने का सुरक्षित स्थल हो सकती थी उसे भी असुरक्षित बनाता है ।

३.३ भूकंप से पहुंची क्षति का आकलन और भूकंप जोखिम

भूकंप बाद की परिस्थितियों में जोखिम और क्षति को समझने के लिए विभिन्न सुसंगत पहलुओं के विश्लेष्ण के लिए 3DLS का उपयोग किया जा सकता है । पिछले कुछ वर्षों में 3D लेज़र स्केनिंग के उपयोग द्वारा स्थापत्य धरोहर सहित के भवनों में संरचनात्मक ढाँचे [यहाँ तक की स्वचालित (Automated)] के आकलन और उनके प्रबंधन के सफल परिणामों के अनुभवों के विषय को लेकर अनुसंधान (Research) परियोजनाओं में तेज़ी से वृद्धि हुई है (रिवैरो एन्ड लिन्डनबर्ग २०२०) । जैसेकि, 3DLS उपयोगी है:

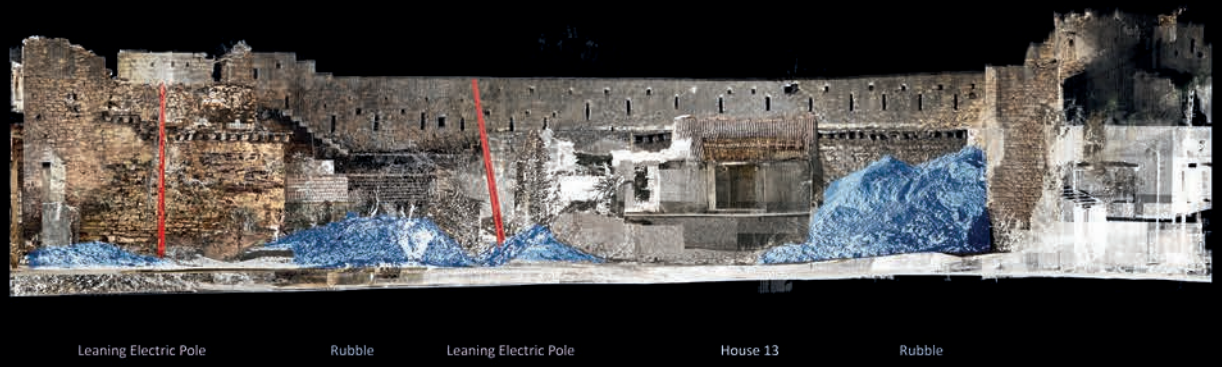
- क्षति के प्रकार की पहचान करने के लिए । जैसेकि टूट-फूट, दरार, दीवार में झुकाव, इमारत बंद का बैठ जाना ।
- भवनों में टूट-फूट से पड़े प्रभाव और क्षति की मात्रा के अभ्यास के लिए माप सके जाने वाले डेटा के एकत्रीकरण के लिए ।
- अंदरूनी क्षति की पहचान करने के लिए । जैसेकि, पानी के रसाव और वनस्पति के उगने से फैलती जड़ों के कारण पहुँचती क्षति ।
- संरचना को अधिक कमज़ोर बनाते भौतिक पहलुओं की पहचान करने के लिए । जैसेकि विविध निर्माण सामग्री का उपयोग, भवनों का अनियंत्रित विस्तार अथवा पेड़/बिजली के खंभों जैसी बाह्य वस्तुएँ ।
- भूकंप के बाद हुई क्षति के रूपों की पहचान करने के लिए । जैसेकि गिरी हुई छत, टूटी खपरैल अथवा दीवार में विचलन ।
- भूकंप बाद भूकंप से पड़े हुए मलवे को उसके प्रबंधन और संभावित पुनरुपयोग के लिए मापना ।

५१. अनुभाग रेखा (जहाँ से अनुभाग लिया गया है वह स्थान) दर्शाता 3D स्केन डेटा से निकाला गया दरबारगढ़ किले का नक़्शा । बेला में भूकंप से हुए नुकसानों को गाँव और भवन दोनों स्तर पर देखा जा सकता था। आज की तारीख में दरबारगढ़ जीर्ण-शीर्ण हालत में है ।



५२. दरबारगढ़ के प्रवेश स्थानों को दर्शाता 3D स्केन डेटा से प्राप्त अनुभाग-AA' ।

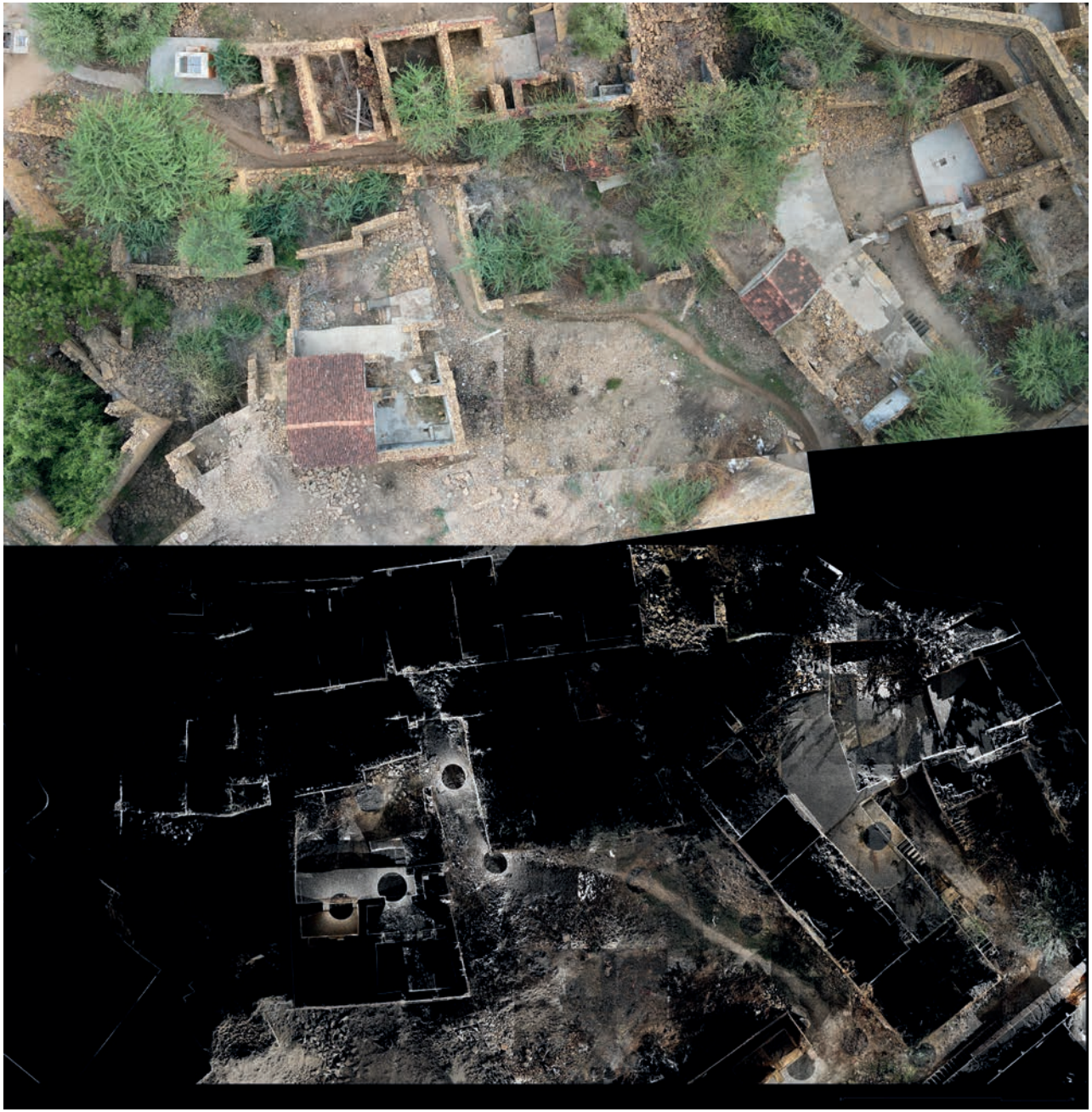
५३. दरबारगढ़ में उगी हुई वनस्पति को दर्शाता 3D स्केन डेटा से प्राप्त अनुभाग-BB' ।



५४. आवास के आस-पास बिखरे मलवे और असुरक्षित वस्तुओं को दर्शाता आवास-१३ का अनुभाग-CC' ।

५५. बेला में गढ़ के अंदर आंशिक रूप से गिरी छत और दीवारों वाला आवास-१३ । आस-पास बिखरा मलवा नीले रंग में दिखता है । इस तस्वीर को अनुभाग रेखा CC' का उपयोग कर के 3D स्केन डेटा में से तैयार किया गया है ।

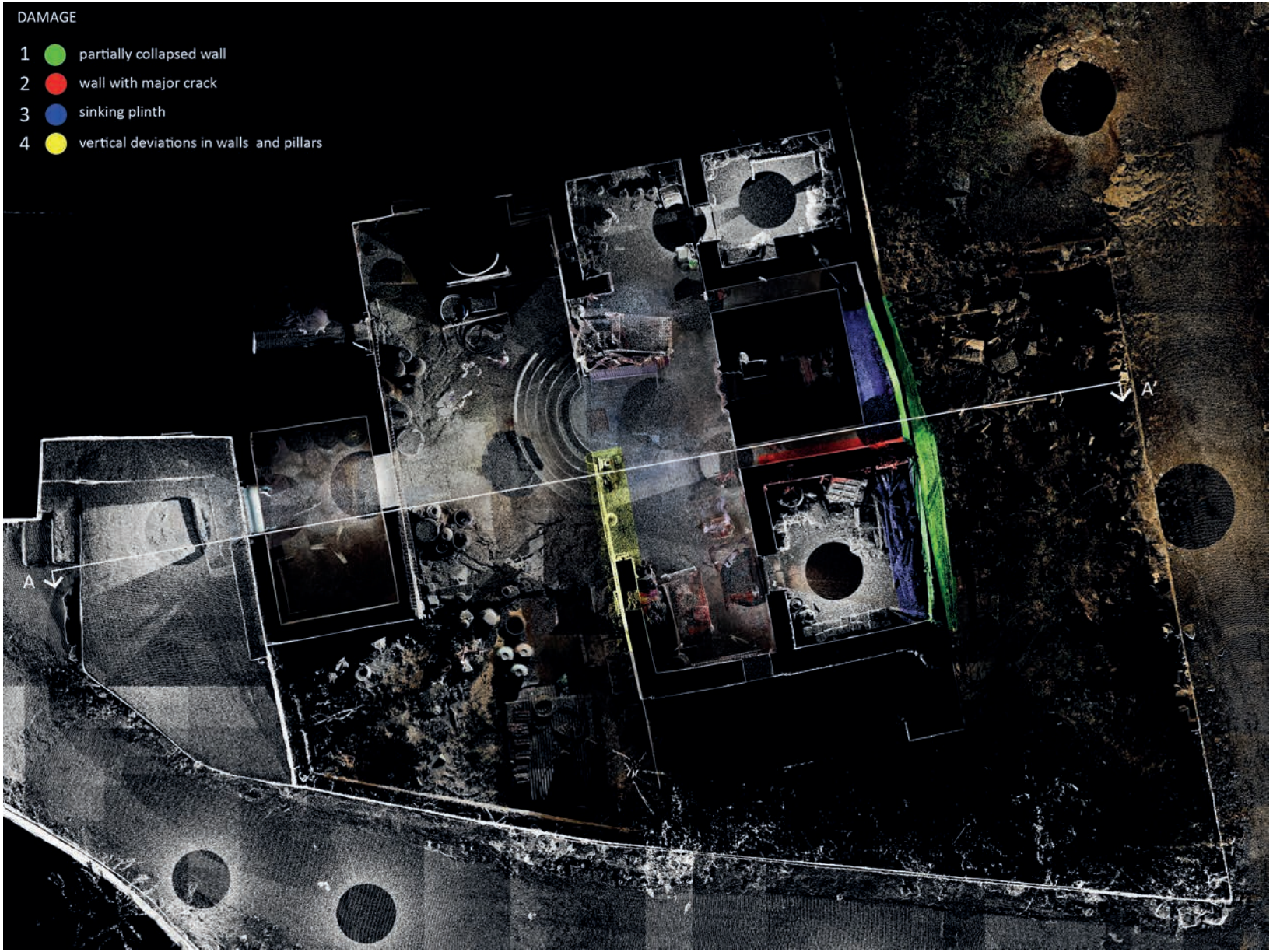
५६. आवास-१३ का पिछली तस्वीरों में चिन्हित बिखरे मलवे के साथ फोटोग्राफिक रिकोर्ड ।
इसे तस्वीर ५५ की विरुद्ध दिशा में भवन का पिछला हिस्सा दिखाते हुए लिया गया है ।



५७. बेला में दरबारगढ़ में स्थित आवास-१३ का हवाई दृश्य । एरियल ड्रोन फोटोग्राफी और वीडियो भूकंप बाद की परिस्थितियों में टेरेस्ट्रियल 3D लेज़र स्केन डेटा को पूरक माहिती प्रदान करते सबसे सुसंगत रिकोर्ड है । असरग्रस्त भवन में प्रवेश कर पाना मुश्किल हो, ऐसी परिस्थिति में भी क्षति आकलन के लिए वे सहायक बन सकते हैं । 3D लेज़र स्केनर सिर्फ़ फ़र्श तल पर रह कर डेटा एकत्रित करता है । जब ऊँचाई वाले स्थानों पर प्रवेश कर पाना संभव नहीं हो तब ऐसी परिस्थितियों में एरियल ड्रोन उत्तम सहायक बन सकता है । जैसेकि, छत, पेड़ और जहाँ प्रवेश नहीं किया जा सकता ऐसी खुली जगहों के दस्तावेजीकरण के लिए ।

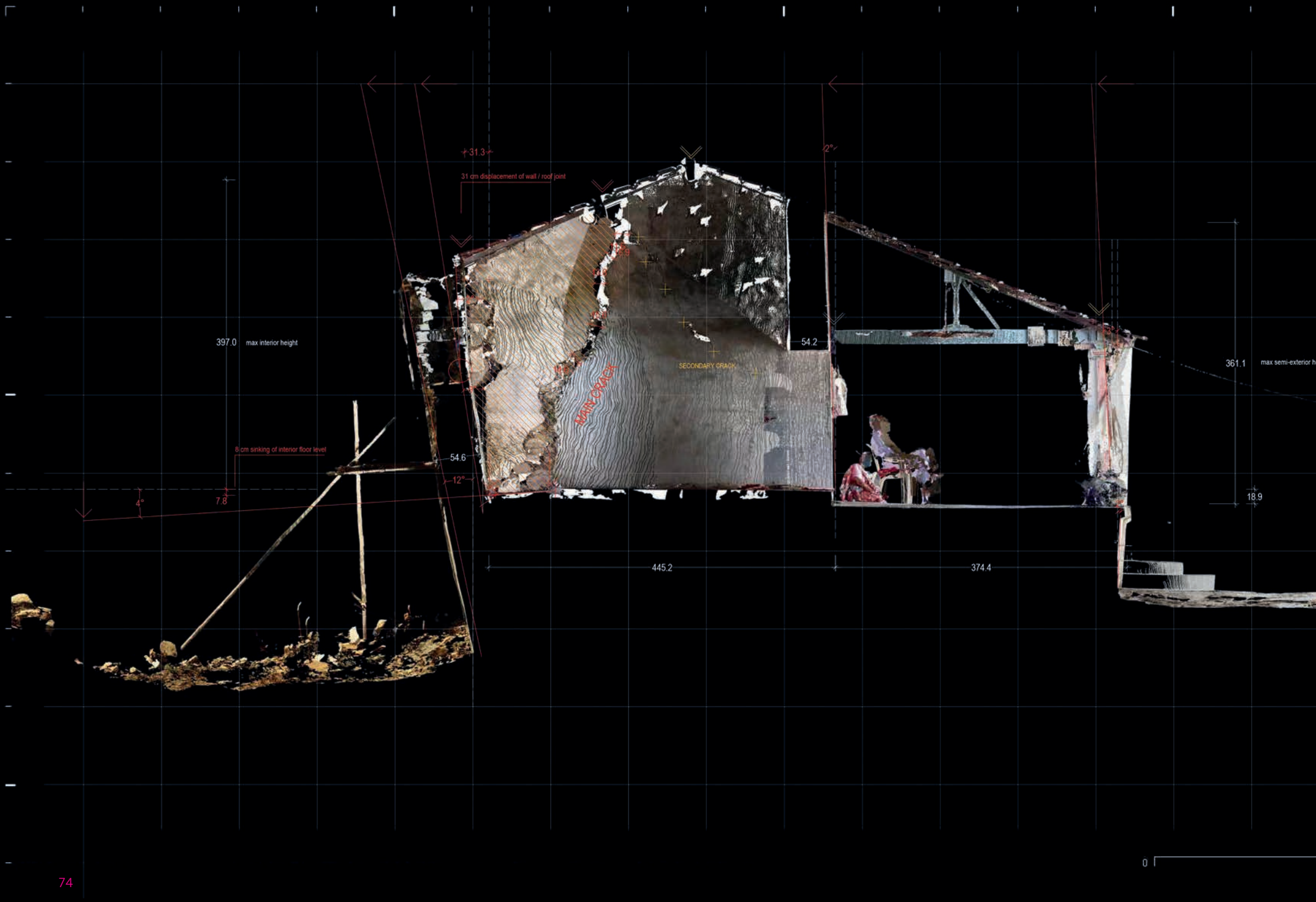
जैसेकि तस्वीर ५१- ५७ में देखा जा सकता है, 3DLS डेटा से सृजित नक़्शे और अनुभाग आस-पास बिखरे मलवे, सुरक्षा दृष्टि से अतिसंवेदनशील और/अथवा जोखिमभरी वस्तुओं (जैसेकि झुके हुए बिजली के खंभे), प्रवेश मार्गों और संभावित नुकसानकारक उगती वनस्पति जैसी स्थल की परिस्थितियों को सटिक रूप से दर्शाते और मापते हैं। यहाँ दिए गए उदाहारण में बड़ी संख्या में सूखी डालियों में आग लगने के जोखिम को पहचाना गया। यह सारी जानकारी का उपयोग भूकंप बाद क्षतिग्रस्त भवनों की मरम्मत/ मौजूदा ढाँचे में बदलाव कर उसे मज़बूत बनाने (Retrofitting) के लिए ज़रूरी रणनीतियों को विकसित करने के लिए किया जा सकता है (देखें अभ्यास दृष्टांत १: चिली के स्थानीय परंपरागत विस्तारों में भूकंप बाद क्षति आकलन और पुन:निर्माण के लिए अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक)। इसका उपयोग निकासी मार्गों के आयोजन और जोखिम अल्पीकरण की ठोस गतिविधियों को प्रेरित करने के लिए भी किया जा सकता है।

व्यक्तिगत भवन के स्तर पर, 3DLS तकनीक द्वारा बेला में समुदाय के मंदिर (आगे से भवन -५ की तरह उल्लेखित) में कहीं अधिक नुकसान के चिन्ह देखे गए और नुकसान की व्यापकता और प्रकारों का अभ्यास किया जा सका (तस्वीर ५८-६४)। स्थानीय निवासियों के कहने के अनुसार २००१ के भूकंप के दरमियान पड़ी विशेष रूप से परिक्रमा पथ के समांतर पड़ी दरारें हर वर्ष लंबी और गहरी होती गई (तस्वीर ६०)। कई वर्षों से रख-रखाव के अभाव के कारण पूर्वी दीवार में सुराख पड़ गया था (क्षति क्रमांक – १)। 3D लेज़र सर्वेक्षण के समय इस दीवार की मरम्मत हो रही थी। इसके कारण मंदिर की पूर्वी बाजू मचान बनी हुए थी। यह भी पता चला की मंदिर का ईमारत बंद विशेष रूप से पूर्वी छोर पर बैठ गया था (क्षति क्रमांक – ३)।

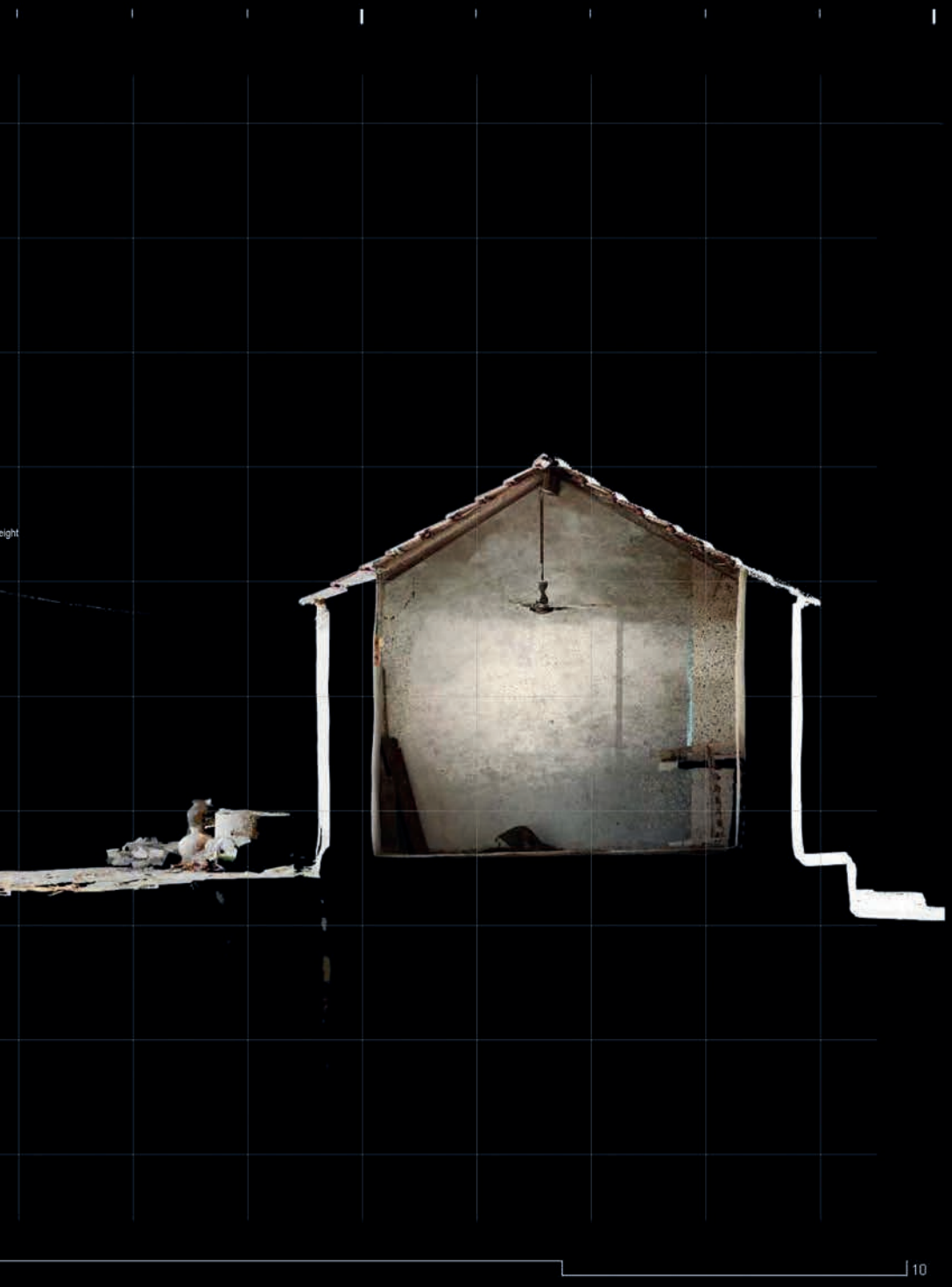


५८. नुकसानों की रंग द्वारा पहचान करता जून २०२१ के 3DLS डेटा से तैयार किया गया मंदिर-५ का पूर्वी दिशा का बाहरी दृश्य ।

५९. आंशिक रूप से गिरी दीवार (क्षति-१) को दिखाता जून २०२१ के 3DLS डेटा से तैयार किया गया मंदिर-५ का पूर्वी दिशा का बाहरी दृश्य ।



31.3
31 cm displacement of wall / roof joint
2°
397.0
max interior height
54.2
SECONDARY CRACK
MAIN CRACK
361.1
max semi-exterior
8 cm sinking of interior floor level
54.6
12°
7.8
4°
18.9
445.2
374.4
0

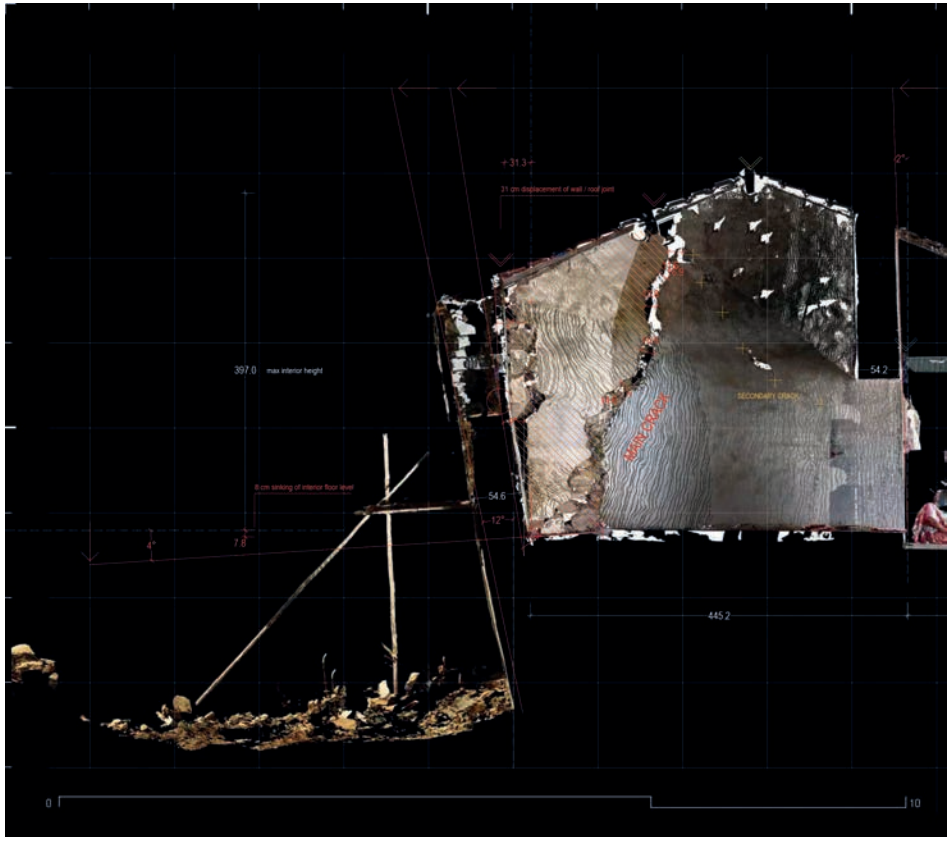


६०. बेला, गुजरात के मंदिर-५ के LiDRA डेटा से प्राप्त अनुभाग-AA' का विश्लेष्ण । भवन के ऐसे अनुभागों का विश्लेष्ण विशेष संरचनात्मक सॉफ़्टवेयर द्वारा किया जा सकता है ।

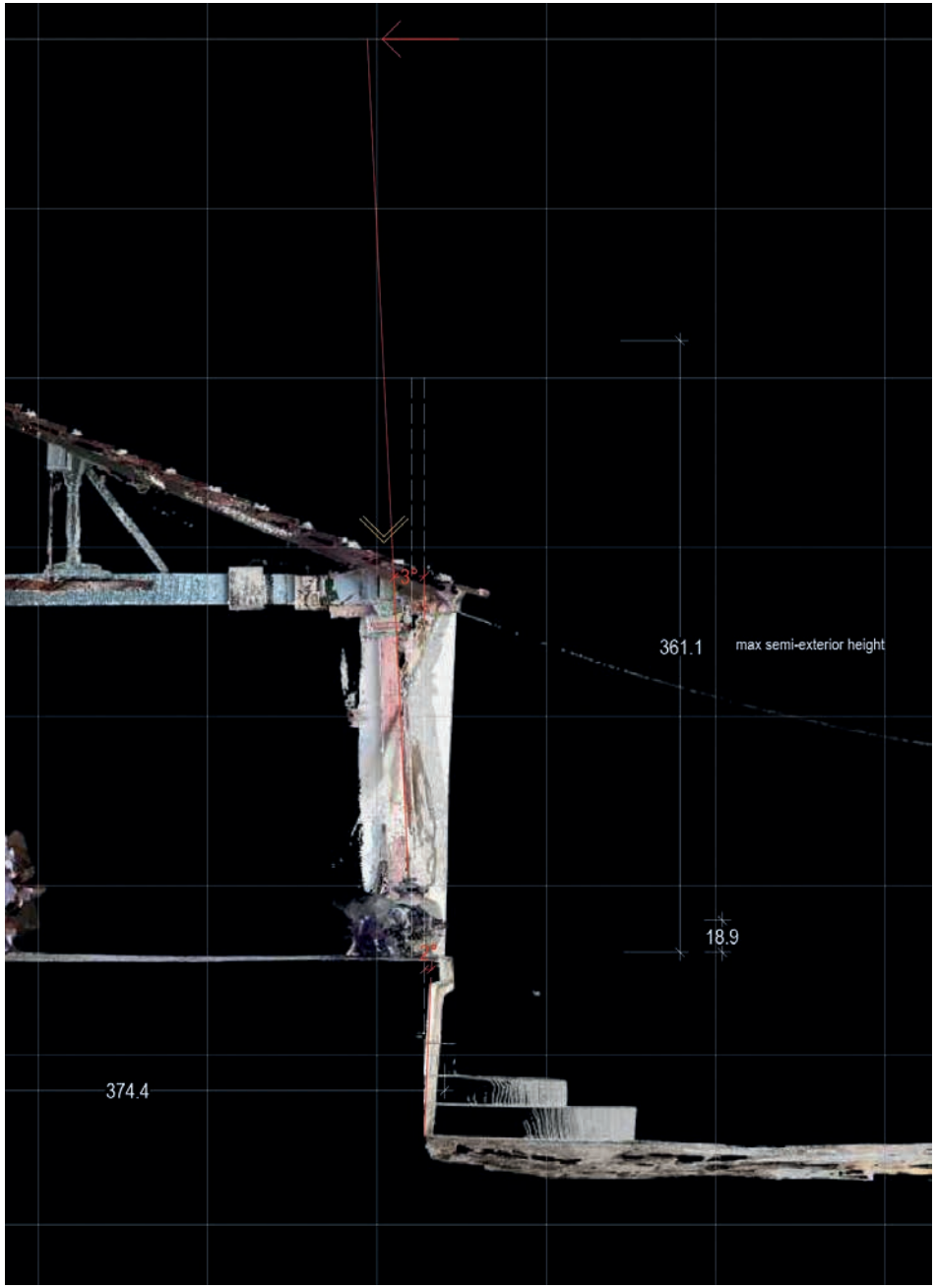
६१. दीवार की दरारें और विचलन (क्षति-२) की हद दिखाता अनुभाग-AA' ।

समग्र पुन:निर्माण की प्रक्रिया को सूचित करने के लिए और भवन के संरचनात्मक ढाँचे के आकलन और मरम्मत का मार्गदर्शन करने के लिए 3DLS द्वारा एकत्रित की गई माहिती का प्रशिक्षित इंजिनियर द्वारा विश्लेष्ण किया जाना चाहिए ।

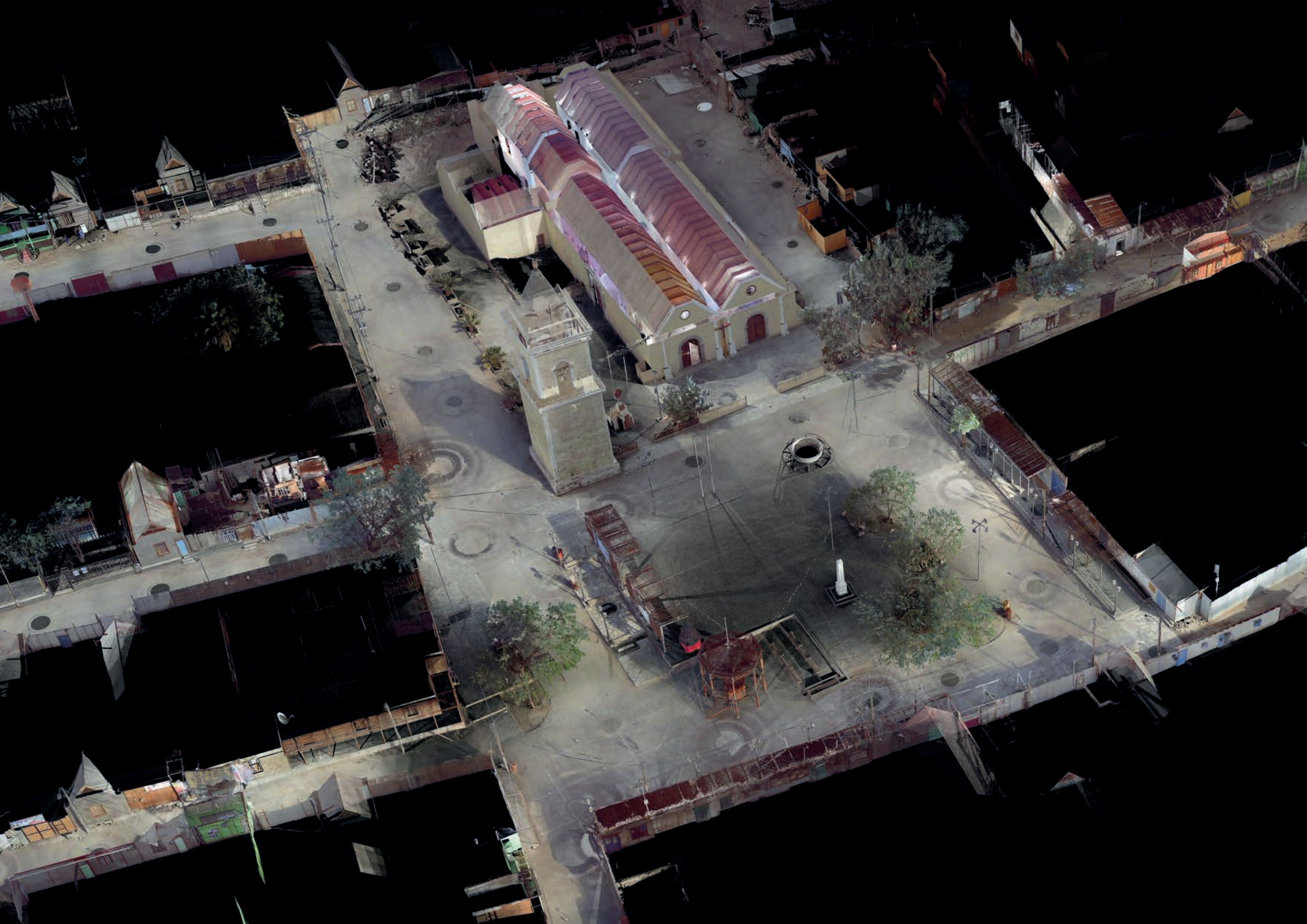
६२. भवन के अंदर से दिखती क्षति-२ (दीवार में दरारें) और क्षति-१ (गिरी हुई दीवार) का एक हिस्सा । फोटोग्राफ भी नुकसान का प्रमाण दिखाते हैं, परंतु 3DLS की तरह उन्हें मापा नहीं जा सकता ।



६३. बड़ी कर के दिखाई गई क्षति-३ (बैठा हुआ ईमारत बंद)।



६४. बड़ी कर के दिखाई गई क्षति-४ (दीवारों और खंभों में विचलन)।



४.
अंत में

४. अंत में

४.१ आभार व्यक्त

यह मार्गदर्शिका सेन्टर फॉर आर्किटेक्चर, अर्बनिज़म एन्ड ग्लोबल हेरिटेज, नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी (NTU) में की गई अनुसंधान परियोजना: 'भारत के भूकंप आशंकित धरोहर विस्तारों के लिए अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक आधारित चिरस्थायी (Sustainable) पुन:निर्माण कार्यप्रणाली (ए सस्टेइनेबल रि- कंस्ट्रूकशन मेथड फॉर सिस्मिक-प्रोन हेरिटेज एरियास ऑफ़ इन्डिया बेस्ड ओन एडवान्स रिकोर्डिंग टेकनोलोजीस)' (**www.3d4Heritageindia.com**) [५], के परिणामों में से एक है। परियोजना को UKRI आर्टस एन्ड हयुमैनिटीज़ रिसर्च काउन्सिल (AHRC) और डिपार्टमेन्ट फॉर डिजिटल, कल्चर, मिडिया एन्ड स्पोर्ट (DCMS) द्वारा वित्तीय सहायता प्राप्त हुई। परियोजना संदर्भ: AH/V00638X/1

अनुसंधान दल में शामिल हैं, सेन्टर फॉर आर्किटेक्चर, अर्बनिज़म एन्ड ग्लोबल हेरिटेज, नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी (NTU) से मुख्य अनुसंधाता के रूप में डॉ. बर्नडिट डेविलट, सह- अनुसंधाता के रूप में प्रोफ़ेसर मोहम्मद गमाल अब्देल्मोनेम और अनुसंधान अध्येता के रूप में डॉ. फिलिपे लानुज़ा। भारत से अनुसंधान दल में हैं, सेन्टर फॉर हेरिटेज कोन्सर्वेशन (CHC), सेप्ट रिसर्च एन्ड डेवेलपमेन्ट फाउन्डेशन (CRDF), अहमदाबाद से डॉ. जिज्ञा देसाई सह- अनुसंधाता के रूप में, मृदुला माने अनुसंधान सहयोगी के रूप में और झियस पीठावाला अनुसंधान सहायक के रूप में; और कच्छ, गुजरात में सामुदायिक सह-भागिता, प्रमुख नेटवर्क/संपर्क और स्थानीय जानकारी उपलब्ध कराने में सहायक हुन्नरशाला फाउन्डेशन (मुख्य रूप से आदित्य सिंघ)। इंटरनेशनल सेन्टर फॉर धि स्टडी ऑफ़ धि प्रिसर्वेशन एन्ड रिस्टोरेशन ऑफ़ कल्चरल प्रोपर्टी (ICCROM) इन रोम से डॉ. रोहित जिज्ञासु सह- अनुसंधाता के रूप में और सुकृत सेन अनुसंधान सहयोगी के रूप में।

इस परियोजना के अंतर्गत २०२१ में बेला, भारत में स्थल पर स्केनिंग मृदुला माने और झियस पीठावाला द्वारा डॉ. जिज्ञा देसाई (CHC CRDF), आदित्य सिंघ और तन्वी चौधरी (हुन्नरशाला फाउन्डेशन); और सुकृत सेन (ICCROM) की सहायता से किया गया। पोस्ट-प्रोसेसिंग और दृश्य परिणाम डॉ. बर्नडिट डेविलट और डॉ. फिलिपे लानुज़ा (NTU) द्वारा किए गए। भारत के अनुसंधान दल के साथ निगार शेख़ (CEPT यूनिवर्सिटी) और कोमल पावस्कर (हुन्नरशाला फाउन्डेशन) के सहयोग से नवम्बर २०२१ में बेला में प्रदर्शन और सामुदायिक जुड़ाव कार्यशाला का आयोजन किया गया।

अगस्त २०२१ में एक ऑनलाईन संगोष्ठी का आयोजन किया गया, जहाँ कार्यक्षेत्र विशेषज्ञों के सामने इस दस्तावेज़ के मसौदे को प्रस्तुत किया गया था। हम सेप्ट (CEPT) यूनिवर्सिटी से डॉ. गौरी भरत; इन्डियन नेशनल ट्रस्ट फॉर आर्ट एन्ड कल्चरल हेरिटेज (INTACH) से दिव्य गुप्ता; ICCROM से डॉ. वालियरी मगर; और काल्टन यूनिवर्सिटी से प्रोफेसर मारियो सांटाना, सेक्रेटरी जनरल, इंटरनेशनल काउन्सिल ऑफ़ मोन्युमेन्टस एन्ड साइट्स (ICOMOS) द्वारा दिए गए सुसंगत सूचन और योगदान की सराहना करते हैं।

इस दस्तावेज़ के मसौदे को जून २०२२ में परियोजना के अन्य सहयोगियों के साथ साझा किया गया था। हम मारियो सांटाना, महावीर आचार्य और रिपोल कांजी द्वारा दिए गए सूचनों के लिए उनके आभारी हैं।

अहमदाबाद और बेला में डेटा एकत्रीकरण प्रक्रिया, कच्छ ज़िले में की गई अध्ययन यात्रा समेत सामुदायिक जुड़ाव की सभी गतिविधियों के दरमियान इस परियोजना के सदस्यों द्वारा कोविड -१९ के रोकथाम संबंधी सभी उपायों का सावधानी पूर्वक पालन किया गया था।

५ भविष्य में यह मार्गदर्शिका परियोजना की वेबसाईट **https://3D4heritageindia.wordpress.com/** पर सुलभ होगी।

बेला और CHC CRDF में आयोजित प्रदर्शन के लिए सामग्री तैयार करने में सहयोग प्रदान करने के लिए सात्त्विका पंचोली (CHC CRDF) का विशेष आभार । बेला गाँव के सभी समुदायों का उनके आतिथ्य सत्कार और उत्साह, हमें उनके गाँव और आवासों में प्रवेश, उन्हें 3D स्केन करने, उनकी तस्वीरों और वीडियो को शैक्षणिक समुदाय के साथ साझा करने की अनुमति देने, हमारे प्रश्नों का उत्तर देने के लिए अपना कीमती समय निकालने और उदारतापूर्वक इस परियोजना में हिस्सा लेने के लिए सविशेष आभार । आपके सहकार और सहयोग बिना यह कार्य संभव नहीं हो सकता था ।

इसके अतिरिक्त धि फेकल्टी ऑफ़ आर्किटेक्चर और धि फेकल्टी ऑफ़ टेकनोलोजी, सेप्ट (CEPT) यूनिवर्सिटी, भारत के आनल शाह; संकल्प, खुशी शाह, जयश्री बर्धन, निगार शेख़ और मेहुल शाह का आभार । उन्होंने ५ अप्रैल २०२२ को सेप्ट (CEPT) यूनिवर्सिटी में आयोजित संगोष्ठी में अनुसंधान दल के साथ हिस्सा लिया था । उनके द्वारा परियोजना के भविष्य के कार्यों के लिए सुसंगत विचार व्यक्त किए गए थे । साथ ही उन्होंने संरचनात्मक ढाँचे के विश्लेष्ण, और समुदायों और आपदा प्रबंधन कार्यों से जुड़े लोगों के लिए डेटा की सुलभ्यता के मुद्दे को लेकर डेटा एकत्रीकरण प्रक्रिया के लिए मूल्यवान सुझाव भी दिए थे । इस मार्गदर्शिका में उनके निरीक्षणों को शामिल किया गया है ।

व्यावसायिक हित घोषणा: फारो (FARO) टेकनोलोजीस ने सहृदयतापूर्वक फारो के प्रतिक चिन्ह (Logo) को परियोजना की वेब साइट और परियोजना के प्रकाशनों के साथ दर्शाये जाने के बदले में 3D लेज़र स्केनिंग उपकरण को छूट दर पर उपलब्ध कराया ।

४.२ छवि ऋण

तस्वीरें: बर्नडिट डेविलट (तस्वीर १ से ३, १४), सुकृत सेन (तस्वीर ४, २६, २९), मृदुला माने (तस्वीर ५, १२, १५, २८, ५६) और झियस पीठावाला (तस्वीर ८, ९, ४६, ६२) ।

ड्रोन से खिंची गई तस्वीरें: ऋषि खत्री, आस्था देसाई और झियस पीठावाला के सहयोग से (तस्वीर ५७) ।

3DLS डेटा से प्राप्त तस्वीरें और तकनीकी ड्राइंग: बर्नडिट डेविलट और फिलिपे लानुज़ा द्वारा, मृदुला माने और झियस पीठावाला द्वारा जिज्ञा देसाई, आदित्य सिंघ, तन्वी चौधरी और सुकृत सेन की सहायता से स्थल पर प्राप्त किए गए 3D डेटा का उपयोग कर (मुखपृष्ठ और तस्वीर ६, ७, १६ से २२, २५, ३० से ३२, ३६, ३७, ४७, ५७, ५९) ।

आरेख (Diagram) और इलस्ट्रेशन्स: मृदुला माने (तस्वीर १०, ६८) और आदित्य सिंघ (तस्वीर ३४) ।

नक़्शे और पेम्फलेट: फिलिपे लानुज़ा (तस्वीर ११, १३) ।

3DLS छवि के उपर बनाए गए ड्राइंग : फिलिपे लानुज़ा द्वारा बर्नडिट डेविलट, मृदुला माने और झियस पीठावाला द्वारा एकत्रित 3D डेटा के उपयोग से (तस्वीर २३,२४,४४,६०,६३,६४) । साथ ही, तस्वीर ३३,३५,३६,४८,५१,५२ और ५८, सुकृत सेन द्वारा तैयार की गई तस्वीर के आधार पर ।

3DLS छवि के उपर बनाए गए ड्राइंग: बर्नडिट डेविलट द्वारा फिलिपे लानुज़ा, मृदुला माने और झियस पीठावाला द्वारा एकत्रित 3D डेटा के उपयोग से (तस्वीर ६१) । साथ ही, तस्वीर ५५, सुकृत सेन द्वारा तैयार की गई तस्वीर के आधार पर ।

3DLS छवि के उपर बनाए गए ड्राइंग: सुकृत सेन द्वारा बर्नडिट डेविलट और फिलिपे लानुज़ा द्वारा तैयार किए गए 3D डेटा के उपयोग से । इस डेटा को स्थल पर एकत्रित किया मृदुला माने और झियस पीठावाला ने (तस्वीर २७, ३८ से ४५, ४९, ५०, ५३) ।

3DLS से प्राप्त की गई छवि और ड्राइंग: बर्नडिट डेविलट, चिली में स्थल पर 3D डेटा एकत्रीकरण में सहयोग डिआगो रमिरेज़ और फिलिपे लानुज़ा (तस्वीर ६५ से ६७) ।

खंड विभाजक छवि : खंड विभाजक १ और २: सुकृत सेन, खंड विभाजक ३ और ४: बर्नडिट डेविलट और फिलिपे लानुज़ा ।

४.३ शब्दावली

१) 3D लेज़र स्केनिंग: निर्मित पर्यावरण का पॉइंट क्लाउड के रूप में डेटा एकत्रित करने के लिए लेज़र का उपयोग करती दस्तावेजीकरण टेकनोलोजी ।

२) 3D मेश: मेश त्रिपरिमाणीय (XYZ) मूल्यों वाले बहुभूज (Polygon) की श्रृंखला से बना अखंड सतहों से बना एक प्रकार का डिजिटल भौमितिक ढाँचा है । एकत्रित डेटा का आगे विश्लेष्ण करने और उसके साथ काम करने के लिए 3D लेज़र स्केनिंग से प्राप्त किए गए पॉइंट क्लाउड को मेश के रूप में परिवर्तित किया (और सरल बनाया) जा सकता है ।

३) 3D प्रिन्टिंग : 3D प्रिन्टर के उपयोग से डिजिटल फ़ाइल में से ठोस त्रिपरिमाणीय वस्तु बनाने की प्रक्रिया ।

४) एक्झोनोमेट्रिक दृश्य : त्रिपरिमाणीय वस्तु को त्रिपरिमाण में देखने और समझने के लिए, उसे उसके एक अथवा एक से अधिक अक्ष पर घुमा के रख कर उसके भौमितिक लक्षणों को बनाएँ रखते हुए (पर्सपेक्टीव ड्राइंग से विपरीत) किए गए समांतर प्रक्षेपण का प्रकार । भवन की रचना को त्रिपरिमाण में देखने-समझने, उसका माप प्राप्त करने और विश्लेष्ण करने के लिए भवन के 3D लेज़र स्केन डेटा में से एक्झोनोमेट्रिक दृश्य और साथ ही पर्सपेक्टीव दृश्य भी प्राप्त किए जा सकते हैं ।

५) CAD: कम्प्युटर एइडेड ड्राइंग ।

६) कार्बन फुटप्रिन्ट: निर्माण कार्य अथवा परिवहन जैसी क्रियाओं के लिए जीवाश्मी इंधन (जीवाश्मी से बना तेल, कोयला) के उपयोग के कारण होता कार्बन डायोकसाइड और अन्य कार्बन सभर तत्त्वों के उत्सर्जन का प्रमाण ।

७) प्रदक्षिणा पथ : पवित्र जगह अथवा वस्तु के चारों तरफ़ घूमता पथ, जिसे विशेष रूप से मंदिर में गर्भगृह की बहार की तरफ़ बनाया जाता है ।

८) कम्प्यूटर स्पेसिफिकेशन्स: कम्प्यूटर के भाग और क्षमता का तकनीकी विवरण, जैसेकि प्रोसेसर की गति, मॉडल, निर्माता इत्यादि ।

९) प्रचलित सर्वेक्षण और/अथवा दस्तावेजीकरण तकनीक/ साधन/ पद्धतियाँ: सामान्य रूप से उपयोग की जाती अथवा भूतकाल में कहीं अधिक उपयोग में ली जाती भवनों के आकलन, भवनों को ड्राइंग के रूप में दिखाने, अभ्यास करने, उनके संरक्षण और उनमें सुधार के लिए किए जाते दस्तावेजीकरण की पद्धतियाँ ।

१०) आपदा जोखिम प्रबंधन: असरग्रस्त नगरों/गाँवो और समुदायों में प्रतिकारक्षमता (Resilience) विकसित करने प्रति योगदान देते हुए आपदा जोखिम और/अथवा आपदा से होते विनाश को रोकने अथवा उसके अल्पीकरण के लिए गठन की गई नीतियों और रणनीतियों को लागू करना ।

११) पुन:निर्माण: आगे बढ़ने के कदम के रूप में फिर से निर्माण करना । जहाँ अतीत/परंपराओं का सम्मान करते हुए बदलते रहते सामाजिक, सांस्कृतिक और भौतिक परिवेश के साथ अनुकूलन भी साधा जाए । यह धरोहर विस्तारों की आवास व्यवस्था के संरक्षण की रणनीतियों के लिए एक ऐसी विस्तृत दीर्घकालीन कार्यप्रणाली को सूचित करता है, जिसमें जोखिम अल्पीकरण, आयोजन और भूकंप बाद की प्रतिक्रियाओं को सम्मिलित किया गया हो । इस तरह यह पुन:निर्माण के प्रचलित अभिगम – प्रतिक्रियाओं और रणनीतियों को 'पहले के अनुसार' दोहराते रहेने से अलग है (डेविलट २०२१) ।

१२) रजिस्ट्रेशन प्रक्रिया: दस्तावेज़ किए गए स्थल/वस्तु की भौमितिक रचना की प्रतिकृति बनाते डिजिटल पॉइंट क्लाउड को बनाने के लिए हर एक व्यक्तिगत स्केन को संयोजित करने/जोड़ने की प्रक्रिया है । इसे डेटा एकत्रीतकरण के लिए उपयोग में लिए गए उपकरण से संबंधित मान्य सॉफ़्टवेयर द्वारा किया जाता है ।

१३) सामाजिक व्यवस्था/बंधारण: नगर और गाँव के लोक जीवन/मानवीय परिवेश का एक पहलू है । जहाँ घटनाएँ घटती हैं और जिसमें लोग किरदार के रूप में अपना जीवन व्यतीत करते हैं और एक दूसरे के साथ मिलते-जुलते/जुड़ते/संबंध स्थापित करते हैं ।

१४) टोटल स्टेशन: ज़मीन, बुनियादी सुविधाओं और भवनों को मापने के लिए उपयोग में लिया जाता एक प्रकार का सर्वेक्षण उपकरण । जिसमें विद्युतचुंबकीय तरीके से दूरी मापना और इलेक्ट्रोनिक कोणमापक यंत्र (थिओडलाईट) का उपयोग होता है ।

१५) धरोहर मूल्य: व्यक्ति अथवा लोगों के समूह द्वारा धरोहर (जिसमें ऐतिहासिक वस्तुओं का संग्रह, भवन, पुरातत्त्व स्थल, भौगोलिक परिदृश्य (Landscape) और परंपराओं जैसी अमूर्त सांस्कृतिक अभिव्यक्तियाँ भी शामिल है) को प्रदान किया जाता अर्थ और मूल्य (डियाज़ –एन्ड्रयु , २०१७) ।

१६) स्थानीय परंपरागत (Vernacular) धरोहर: लोगों की विशिष्ट आवश्कताओं, उपलब्ध संसाधन और आस-पास की पर्यावरणीय परिस्थितियों के प्रतिसाद के रूप में सालो के अनुभवों के आधार पर विकसित परंपरागत रीतियों और पद्धतियों द्वारा निर्मित भवन और नगर/गाँव । डेविलट के अनुसार (२०२१) स्थानीय परंपरागत निर्मित पर्यावरण खासकर अपने अस्तित्व को लेकर संवेदनशील निवासियों की विशिष्ट जीवन शैली और सांस्कृतिक धरोहर को बचाए रखने के लिए बहुत ही महत्त्वपूर्ण है ।

४.४ संदर्भसूचि

१. हिस्टोरिक इंग्लेंड । २०१८ । 3D लेज़र स्केनिंग फॉर हेरिटेज । एडवाईज़ एन्ड गाइडन्स ऑन थि यूज़ ऑफ़ लेज़र स्केनिंग इन आर्कियोलोजि एन्ड आर्किटेक्चर । उपलब्ध हुआ: https://historicengland.org.uk/images-books/publications/3d-laser-scanning-heritage/heag155-3d-laser-scanning/ देखा गया: जुलाई २२,२०२१ ।

२. डेविलट, बी. । २०१३ । "3D लेज़र स्केनिंग फॉर रिकोर्डिंग एरियास इन पोस्ट-अर्थकवेक रि-कंस्ट्रकशन । थि केस स्टडी ऑफ़ लॉलॉल एन्ड स्युनिगा इन चिली" । इन VI AISU कोंग्रेस । विज़िबलइनविज़िबल । पेरकिपेरा ला सीता दिस्क्रीज़िओने इ ओमिसिओनि, एडिटेड बाय एस. उदोनोह, एस., जी. क्रिस्टीना, ए. रोतोंदो एन्ड एच.स्तुलिंगा । असोसियाज़ियेन इटालियाना डी स्तोरीया उर्बाना । झुरीच: स्क्रिम एडिज़ीअन । उपलब्ध हुआ: (PDF) 3D laser scanning for recording heritage areas in post-earthquake re-construction. The cases of Lolol and Zúñiga in Chile (researchgate.net) देखा गया: जुलाई २२,२०२२ ।

३. डेविलट, बी. । २०१६ ।"रिकोर्डिंग ऑफ़ हेरिटेज बिल्डिंग्स: फ्रॉम मेज़र्ड ड्राइंग टू 3D लेज़र स्केनिंग" । इन ड्राइंग फ्यूचर्स । स्पेक्युलेशन्स इन कन्टेम्परी ड्राइंग फॉर आर्ट एन्ड आर्किटेक्चर, एडिटेड बाय एलन, एल. एन्ड पियर्सन, एल. । थि बार्टलेट स्कूल ऑफ़ आर्किटेक्चर, यूसीएल (UCL) । लंडन: UCL प्रेस, पृष्ठ २३६-२४० । ISBN: 978-1-911307-26-6 । doi: https://doi.org/10.14324/111.9781911307266 ।

४. डेविलट, बी. । २०२१ । "पाइओनिएरिंग एडवान्स्ड रिकोर्डिंग टेकनोलोजीस फॉर पोस्ट-अर्थकवेक डेमेज एसेसमेन्ट एन्ड रि-कंस्ट्रकशन इन चिलीयन हेरिटेज एरियास"। शेहादे एम. एन्ड स्टालियानो- लेम्बर्ट, टी. (एडिटर्स) । इन इमर्जिंग टेकनोलोजीस एन्ड थि डिजिटल ट्रान्सफोरमेशन ऑफ़ म्युज़ियम्स एन्ड हेरिटेज साइटस । RISE IMET २०२१ । कोम्युनीकेशन इनकम्प्युटर एन्ड इन्फोर्मेशन सायन्स , वोल्यूम १४३२ । स्प्रिन्गर, चाम । https://doi.org/10.1007/978-3-030-83647-4_23 ।

५. डेविलट, बी., जिज्ञासु, आर., देसाई, जे., अब्देल्मोनेम, जी., लानुज़ा, एफ. एन्ड माने, एम. । २०२१ । "टुवर्डस ए सस्टेइनेबल रि-कंस्ट्रकशन मेथड फॉर सिस्मिक-प्रोन हेरिटेज एरियास ऑफ़ गुजरात (इन्डिया) बेस्ड ऑन एडवान्स्ड रिकॉर्डिंग टेकनोलोजीस" इन WIT ट्रान्जेक्शन्स ऑन थि बिल्ट एनवायरमेन्ट , STREMAH २०२१ कोन्फरन्स २०३ (PI): १८५-१९७ । doi: https://doi.org/10.2495/STR210161

६. डेविलेट, बी., लानुज़ा, एफ., देसाई, जे., माने, एम., पीठावाला, झेड., खत्री, आर., देसाई, ए., सिंघ, ए., चौधरी, टी. एन्ड सेन, एस. । २०२२ । "डेटा फ्रोम: ए सस्टेइनेबल रि-कंस्ट्रकशन मेथड फॉर सिस्मिक-प्रोन हेरिटेज एरियास ऑफ़ इन्डिया बेस्ड ऑन एडवान्स्ड रिकॉर्डिंग टेकनोलोजीस (3D फॉर हेरिटेज इन्डिया)" (डेटासेट) । नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी (NTU) डिजिटल रिपोसिटरी I-rep । देखा गया: जुलाई २२, २०२२ । https://doi.org/10.17631/RD-2022-0002-DCAT ।

७. डियाज़-एन्ड्रयु, एम. । २०१७ ।"हेरिटेज वेल्यूज़ एन्ड थि पब्लिक"। जर्नल ऑफ़ कोम्युनिटी आर्कियोलोजि एन्ड हेरिटेज ४:१. २-६ । doi: https://doi.org/10.1080/20518196.2016.1228213

८. फारो टेकनोलोजीस । अंडरस्टेंडिंग लेज़र स्केनर्स । उपलब्ध हुआ: https://www.faro.com/en/Resource-Library/Article/understanding-laser-scanners । देखा गया: जुलाई २२, २०२२ ।

९. गौतम, डी., जे. पी., पटेनो, के. वी., भेटवाल, के.के., एन्ड न्युपाने, पी । २०१६ । "डिज़ास्टर रेसिलियन्ट वर्नाक्युलर हाउसिंग टेकनोलोजी इन नेपाल" । जिओएनवायरमेन्टल डिज़ास्टर्स ३:१ । doi: https://doi.org/10.1186/s40677-016-0036-y ।

१०. गुआर्डा, जी. । १९८८ । कोल्चागुआ आर्किटेक्चुरा त्रडीस्युनल । सान्टीआगो: एडिटोरियल यूनिवर्सितारिआ ।

११. ICOMO । १९९६ । प्रिन्सीपल्स फॉर थि रिकोर्डिंग ऑफ़ मोन्युमेन्टस, ग्रुप ऑफ़ बिल्डिंग्स एन्ड साइट्स । उपलब्ध हुआ: https://www.icomos.org/en/charters-and-texts/179- articles-en-francais/ressources/charters-and-standards/387-principles-for-the- recording-of-monuments-groups-of-buildings-and-sites-1996 । देखा गया: जुलाई २२, २०२२ ।

१२. जिज्ञासु,आर. । २००२ ।"फ्रोम मराठवाडा टू गुजरात – इमर्जिंग चेलेन्जिस इन पोस्ट-अर्थकवेक रिहेबिलिटेशन फॉर सस्टेइनेबल इको-डेवेलपमेन्ट इन साउथ एशिया"। फर्स्ट इंटरनेशनल कॉन्फरन्स ऑन पोस्ट-डिज़ास्टर रिकंस्ट्रकशन: इम्प्रुविंग पोस्ट-डिज़ास्टर रिकंस्ट्रकशन इन डेवेलोपिंग कन्ट्रीज़ । मोंट्रिअल, पृष्ठ १-२२ ।

१३. मोर, जे., रुन्ट्रेय, ए., एन्ड केटलर, एच. एस. । २०२२ । 3D डेटा क्रिएशन टू क्युरेशन: कोम्युनिटी स्टान्डर्डस फॉर 3D डेटा प्रिज़र्वेशन । इलिनोइस: एसोसियेशन ऑफ़ कॉलेज एन्ड रिसर्च लायब्रेरीस – ए डिविज़न ऑफ़ थि अमेरिकन लायब्रेरी एसोसियेशन शिकागो । उपलब्ध हुआ: https://www.ala.org/acrl/sites/ala.org.acrl/files/content/publications/ booksanddigitalresources/digital/9780838939147_3D_OA.pdf । देखा गया: जुलाई २२, २०२२ ।

१४. नेशनल इंस्टिट्यूट ऑफ़ डिज़ास्टर मेनेजमेन्ट (NIDM) । रिस्क मिटिगेशन फ्रेमवर्क फॉर अर्बन कल्चरल हेरिटेज, केस स्टडी ऑफ़ वोल्ड सिटी, अहमदाबाद । मिनिस्ट्री ऑफ़ होम अफेर्स, गवर्नमेन्ट ऑफ़ इन्डिया: न्यू दिल्ही । उपलब्ध हुआ: https://nidm.gov.in/PDF/pubs/Culture_Heritage_Ahmedabad.pdf । देखा गया: जुलाई २२, २०२२ ।

१५. NTU, GIDM, CHC CRDF एन्ड हुन्नरशाला फाउन्डेशन । २०२३ । ए फ्रेमवर्क फॉर अर्थकवेक एसेसमेन्ट, रि-कंस्ट्रकशन एन्ड रिस्क मिटिगेशन ऑफ़ बिल्डिंग्स इन हिस्टोरिक सेटलमेन्टस ऑफ़ गुजरात युसिंग एडवान्स्ड रिकोर्डिंग टेकनोलोजीस ।

संपादन: डेविलेट, बी., लानुज़ा, एफ, कांजी आर., देसाई, जे., माने, एम., पीठावाला झि., सिंघ आ., आचार्य, एम. पोलिसी ब्रीफ़ । नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी: यु.के. (UK) । उपलब्ध: www.3d4heritageindia.com । DOI [10.17631/rd-2023-0004-dfram]

१६. रिवैरो, बी. एन्ड लिन्डबर्घ, आर. (एडिटर्स) । २०२० । लेज़र स्केंनिंग: एन इमर्जिंग टेकनोलोजी इन स्ट्रक्चरल इंजीनियरिंग । लाईडन, CRC प्रेस, बकमा ।

१७. सांटाना, एम., आवद, आर., एन्ड बाराज़ेत्ती, एल. । २०२० । "हार्नेसिंग डिजिटल वर्कफ्लोस फॉर धि अंडरस्टेन्डिंग, प्रमोशन एन्ड पार्टिसिपेशन इन धि कोन्सर्वेशन ऑफ़ हेरिटेज साइट्स बाय मीटिंग बोथ एथिकल एन्ड टेकनीकल चेलेन्जिस" । बिल्ट हेरिटेज ४, आर्टिकल नंबर: ६ । उपलब्ध हुआ: https://built-heritage.springeropen.com/articles/10.1186/s43238-020-00005-7 । देखा गया: जुलाई २२,२०२२ ।

१८. टंडन, ए. (२०१८) । हेन्डबुक फर्स्ट एइड टू कल्चरल हेरिटेज इन टाइम्स ऑफ़ क्राइसिस । ICCROM: प्रिन्स क्लाउस फंड । उपलब्ध हुआ: https://www.iccrom.org/publication/first-aid-cultural-heritage-times-crisis-handbook । देखा गया: जुलाई २६,२०२२ ।

१९. यूनाइटेड नेशनस डेवेलपमेन्ट प्रोग्राम (UNDP) । २००१ । फ्रोम रिलिफ़ टू रिकवरी: धि गुजरात एक्सपीरियन्स । ऑनलाईन : https://www.in.undp.org/content/india/en/home/library/environment_energy/from-relief-to-Recovery.html । देखा गया: जुलाई २२,२०२२ ।

२०. वर्ल्ड बैंक एन्ड धि एशियन डेवेलपमेन्ट बैंक । २००१ । गुजरात अर्थकवेक रिकवरी प्रोग्राम एसेसमेन्ट रिपोर्ट । ऑनलाइन: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/788AADD8C64A0D16C1256A1C00461C35-worldbank-indannexes-14mar.pdf । देखा गया: जुलाई २२,२०२२ ।

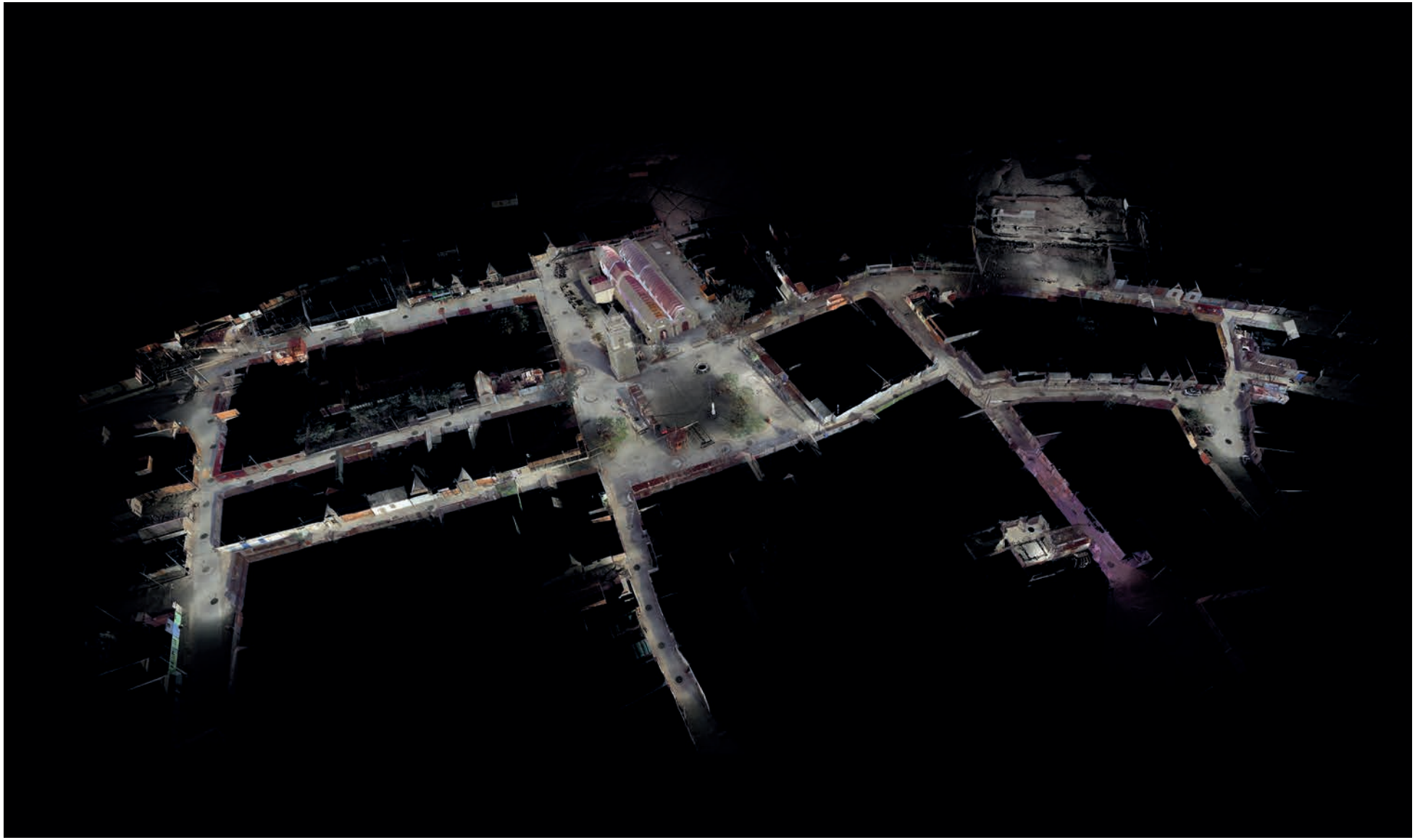
४.५ अभ्यास दृष्टांत

४.५.१ चिली के स्थानीय परंपरागत नगरों और गाँवों/विस्तारों में भूकंप बाद जोखिम आकलन और पुन:निर्माण के लिए अत्याधुनिक रिकोर्डिंग तकनीक

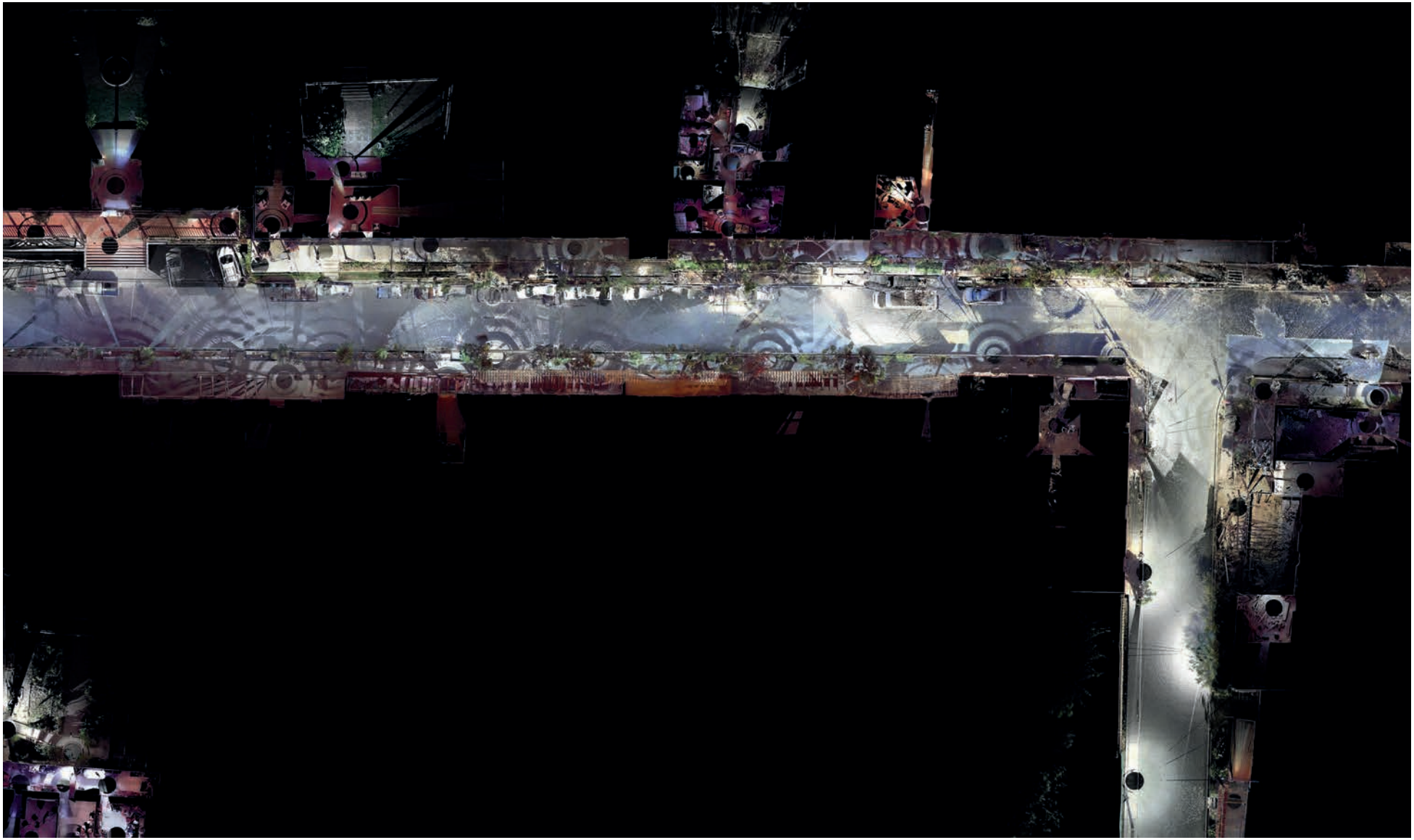
यह अभ्यास दृष्टांत डॉ. बनडिट डेविलट द्वारा चिली के भूकंप आशंकित धरोहर विस्तारों के पुन:निर्माण कार्यों के लिए पहली बार किए गए अत्याधुनिक रिकार्डिंग तकनीक के अभ्यास को प्रस्तुत करता है। चिली के धरोहर विस्तार मुख्य रूप से मिट्टी और किंचा (लकड़ी, बाँस अथवा बेंत की जाली के ऊपर मिट्टी को लीप कर दीवार बनाने का तरीका) जैसी स्थानीय परंपरागत निर्माण तकनीकों द्वारा निर्मित हैं। भूकंप की नियमित घटनाओं के बावजूद धरोहर विस्तारों में आवास व्यवस्था को भूकंप से सुरक्षित करने के विशिष्ट अभिगम विनाश के बाद ही बनाएँ/सोचे गए हैं। कारण इसके बड़े पैमाने पर क्षति और अव्यवस्था को टालने के लिए वह अपर्याप्त हैं। इस स्थिति में पूर्ण रूप से प्रतिस्थापन (Replacement) के बदले अधिक से अधिक पुनरुपयोग करने के उदेश्य के साथ संरचनाओं का भूकंप से पहले के समयकाल में और भूकंप बाद दस्तावेजीकरण एक बहुत ही नाजुक मुद्दा और महत्त्वपूर्ण चुनौती है। यह मुद्दा डॉ. बनडिट द्वारा प्रस्तावित पुन:निर्माण का भाग है। जोकि बिना सोच-विचार निर्माण प्रक्रिया दोहराते रहने के पुराने पुन:निर्माण अभिगमों के लिए वैकल्पिक दृष्टि प्रदान करता है।

२००५ और २०१० में आये भूकंप से असरग्रस्त सान लोरेन्ज़ों दे तारापाका (तस्वीर ६५), स्युनिगा और लॉलॉल के धरोहर विस्तारों के दस्तावेजीकरण के लिए 3DLS के उपयोग द्वारा डॉ. बनडिट डेविलट ने गाँवों के परिवेश की गहन समझ भरी जानकारी दी। उन्होंने स्थल पर हर एक गाँव को सिर्फ़ तीन दिनों में रिकॉर्ड किया। भूकंप बाद की आपातकालीन परिस्थितियों में कार्य करने के अनुभव से मिलता-जुलता यह एक प्रयोग था, यह जानने के लिए कि कम समय में कितना डेटा एकत्रित किया जा सकता है। प्रयोग में प्रश्नावली द्वारा पूरक सामाजिक माहिती एकत्रित करने के लिए कुछ अतिरिक्त दिन रखे गए थे। स्थल की स्थिति और वहाँ क्या उपलब्ध है की जानकरी देते विस्तृत और माप सके जाने वाले प्राप्त 3DLS डेटा के आधार पर डेविलट ने मरम्मत और पुनरुपयोग को बढ़ावा देने के लिए डिज़ाइन रणनीतियाँ प्रस्तावित की। साथ ही, अलग-अलग समय पर किए गए पुन:निर्माण कार्यों और संरचनाओं के उपयोग के विश्लेष्ण द्वारा धरोहर के पुन:निर्माण के निहित अर्थ की चर्चा की और तकनीक के संस्थागत प्रवेश के लिए कारण प्रस्तुत किए। इसके आधार पर जोखिम अल्पीकरण, पुन:निर्माण और आपातकालीन गतिविधियों के लिए अधिक सर्वसमावेशक और चिरस्थायी (Sustainable) कार्यपद्धति को विकसित किया गया। इस कार्यपद्धति को भारत में लोगों के विस्थापन को रोकने की समान चुनौतियों भरी अनुसंधान परियोजना में आगे बढ़ाया गया।

यहाँ चर्चा के लिए तीन धरोहर विस्तारों में से सिर्फ़ लॉलॉल का उदाहरण लिया गया है। तीन दिनों में लॉलॉल के सार्वजनिक विस्तार (जिसे विशिष्ट क्षेत्र का नाम दिया गया) के कुल १९५ स्केन और करीब ६ अरब पॉइंट्स एकत्रित किए गए (तस्वीर ६६, ६७) थे। प्रोसेस किए गए 3DLS डेटा, सामाजिक डेटा और हर एक आवास में नुकसानों के स्तर के आधार पर मध्यवर्ती उपाय और भविष्य की डिज़ाइन को सूचित करती रणनीतियों की श्रृंखला विकसित की गई। आगे बढ़ने के रास्तों के रूप में मध्यवर्ती उपायों द्वारा असरग्रस्त आवासों के लिए पुनरुपयोग और मरम्मत के समाधान प्रस्तावित किए गए। आगे बढ़ने के ऐसे रास्तें, जो बदलते सामाजिक, सांस्कृतिक और भौतिक परिवेश के अनुकूल होने के साथ-साथ अतीत/परंपराओं का सम्मान भी करते हों। समाधानों को दो चरणों में बाँटा गया: पहला, आपातकालीन आश्रयस्थान और सहायता द्वारा रहने की सलामत सुविधा उपलब्ध कराना; और दूसरा, भूकंप बाद के 3D रिकोर्ड का उपयोग कर के असरग्रस्त आवासों के पुन:निर्माण कार्य के लिए उनके मौजूदा ढाँचे को मज़बूती प्रदान करने के लिए उनमें बदलाव करना।



६५. स्थल पर २०१३ में किए गए टेरेस्ट्रिअल 3D लेज़र स्केनिंग द्वारा प्राप्त चिली के सान लोरेन्ज़ों दे तारापाका का हवाई दृश्य । तस्वीर २००५ में आए भूकंप से हुई क्षति और सरकार द्वारा पुन:निर्मित भवनों को दर्शाती है ।



६६. २०१३ में स्थल पर तीन दिनों में प्राप्त किए गए 3D लेज़र स्केन से तैयार किए गए चिली के लॉलॉल गाँव के नक़्शे का भाग।

संचित डेटा से लोगों की जीवन शैली को समझा जा सका । इस समझ के आधार पर गठन की गई इन पुन:निर्माण रणनीतियों में उनकी जीवन शैली के अनुरूप जगह आयोजन करने का उदेश्य रखा गया । प्रस्तावित समाधान स्थल आधारित थे । परंतु, कार्यपद्धति को भूकंप बाद पुन:निर्माण की आवश्कता वाले अन्य समान स्थलों के लिए अपनाया जा सकता है । यह प्रक्रिया तेज़ और चिरस्थायी (Sustainable) है । क्योंकि, यह पूर्ण रूप से नया बनाने के बदले जो बचा है उसके साथ कार्य करने पर बल देती है ।

आभार व्यक्त: चिली के लॉलॉल में २०१३ में स्थल पर स्केनिंग बनडिट डेविलट और फिलिपे लानुज़ा द्वारा किया गया था । जिसे बर्नडिट डेविलट के पीएचडी अनुसंधान शीर्षक: 'रि-कंस्ट्रकशन एन्ड रिकोर्ड: एक्सप्लोरिंग अल्टरनेटिव्स फॉर हेरिटेज एरियास आफ्टर अर्थकवेक इन चिली' के अंतर्गत स्थल पर किए गए अनुसंधानात्मक कार्य के भाग रूप किया गया था । यह पीएचडी अनुसंधान प्रोफेसर स्टिवन गेइज और केमिलो बोनो के मार्गदर्शन तले बार्टलेट स्कूल ऑफ़ आर्किटेक्चर, यूनिवर्सिटी कोलेज लंडन (UCL) में किया गया था ।

डॉक्टरल अनुसंधान २०१८ में पूर्ण हुआ जिसे नेशनल एजन्सी फॉर रिसर्च एन्ड डेवेलपमेन्ट (ANID), स्कोलरशिप प्रोग्राम दोकतरादो बेकास चिली २००९ -७२१००५७८ द्वारा धनराशि सहायता दी गई थी । उस समय फारो टेकनोलोजीस के साथ कोई संपर्क नहीं था । चिली में 3D स्केनर उपकरण उपलब्ध करवाने के लिए डिएगो रमिरेज़ का आभार ।

६७. २०१० में आए भूकंप से प्रभावित चिली के लॉलॉल गाँव के आवास का दृश्य । स्थल पर प्राप्त किए गए 3DLS डेटा के ऊपर डिज़ाइन की गई भंडार की प्रस्तावित दीवार, जिसे मलवे और अन्य निर्माण सामग्रियों के उपयोग से बनाया जाना है ।

४.५.२ प्रशिक्षण के रूप में दस्तावेजीकरण: अहमदाबाद के ऐतिहासिक विस्तार में स्थित दो आवासों की दस्तावेजीकरण प्रक्रिया

इस टेकनोलोजी के उपयोग के लिए और उसे आर्थिक और विशेषज्ञता स्तर पर अधिक सुलभ बनाने के लिए आपदा जोखिम प्रबंधन और धरोहर क्षेत्र से जुड़े व्यावसायिकों और शैक्षणिक संस्थानों में कार्यक्षमता को स्थापित करने के लिए प्रयास करना आवश्यक है । **'सर्वेयिंग हेरिटेज बिल्डिंग्स इन अहमदाबाद, इन्डिया : एम्पावरिंग लोकल एक्शन एन्ड स्किल्स फॉर हेरिटेज कोन्सर्वेशन'** परियोजना, बेला में शैक्षणिक संस्थान और उद्योग एकम (फारो, उपयोग में लिए गए 3D स्केनर के निर्माता) की भागीदारी द्वारा की गई 3D लेज़र स्केनिंग परियोजना के समांतर की गई थी । उसका उद्देश्य था, धरोहर भवनों के रख-रखाव और उनकी बिगड़ती स्थिति से निपटने के लिए ज्ञान स्थानांतरण के रूप में रिकोर्डिंग और सर्वेक्षण के लिए स्थानीय क्षमता को स्थापित करना । इसे NTU के डॉ. डेविलट द्वारा सेप्ट (CEPT) यूनिवर्सिटी और सेन्टर फॉर हेरिटेज कोन्सर्वेशन (CHC) सेप्ट रिसर्च एन्ड डेवेलपमेन्ट फाउन्डेशन (CRDF) के विद्यार्थियों और कर्मचारियों के लिए अहमदाबाद में आयोजित प्रशिक्षण श्रृंखला के अंतर्गत किया गया था । यूनेस्को विश्व धरोहर स्थल अहमदाबाद के ऐतिहासिक शहर में स्थित श्रेणी -३ अंतर्गत सूचीबद्ध दो आवासों का डेटा एकत्रित किया गया था । कोविड-१९ महामारी के चलते लगे प्रवास नियंत्रणों के कारण NTU दल बेला नहीं जा पाया था । फिर भी, सुलभ करवाए गए उपकरण, सॉफ़्टवेयर और मिले प्रशिक्षण के कारण भारत में स्थानीय दल द्वारा बेला में 3DLS सर्वेक्षण सफलतापूर्वक किया गया । पोस्ट प्रोसेसिंग यु.के. (UK) के दल द्वारा किया गया ।

आभार व्यक्त: यह परियोजना को धनराशि सहायता NTU द्वारा दी गई । अहमदाबाद में LiDAR कार्यशाला अंतर्गत २०२१ में स्थल पर स्केनिंग मृदुला माने द्वारा किया गया । जिसमें सहयोगी विद्यार्थी थे: अनुष्का मितल, कांची चौधरी, नेहा चंडेल, सत्यजित चव्हान, अनघा एल, भानुमती वी., स्नेहा आनंद; शिक्षण सहायक थे: जूही बाफना और झियस पीठावाला । पोस्ट प्रोसेसिंग और दृश्य परिणाम डॉ. बर्नडिट डिवेलट द्वारा किए गए थे । अधिक माहिती उपलब्ध है: **www.ntu3dscanlibrary.wordpress.com**
भवनों में प्रवेश को सुगम बनाने के लिए जिनज्ञ आवास ट्रस्ट, अहमदाबाद का आभार ।

६८. द्वितीय विद्यार्थी प्रशिक्षण कार्यशाला का पोस्टर

Copyright: © 3D for Heritage India NTU. 2021-2022. www.3d4heritageindia.com

इस दस्तावेज़ का उल्लेख कैसे किया जाए:
ICCROM, NTU & CHC CRDF । २०२३ । 3D लेज़र स्केनिंग डोक्युमेन्टेशन फॉर इन्फोर्मिंग धि पोस्ट-अर्थकवेक रिकवरी ऑफ़ हेरिटेज सेटलमेन्टस: ए प्रेक्टिकल गाइड । संपादन: जिज्ञासु, आर., सेन एस., डेविलेट, बी., लानुज़ा, एफ. नोटिंघम ट्रेंट यूनिवर्सिटी: यु.के । www.3d4heritageindia.com पर उपलब्ध । DOI: [10.17631/rd-2023-0002-dprac]

परियोजना सहयोगी:

ICCROM

NTU Nottingham Trent University
School of Architecture, Design and the Built Environment

CHC CENTER FOR HERITAGE CONSERVATION | CRDF CEPT RESEARCH AND DEVELOPMENT FOUNDATION

hunnarshālā FOUNDATION

सहायता:

UKRI Arts and Humanities Research Council

Department for Digital, Culture, Media & Sport

FARO

Supported by

UKRI Arts and Humanities Research Council

Department for Digital, Culture, Media & Sport