



POLITECNICO DI MILANO  
Scuola di Architettura e Società  
Corso di Laurea Magistrale in Progettazione dell'Architettura Sostenibile

# THE BAREFOOT SCHOOL

---

A NEW WAY FOR DHAKI

Relatore:  
Prof. Arch. Alessandro Rogora

Tesi di Laurea Magistrale di:  
Arianna CATTANEO matr. 755693  
Federica MAGI matr. 755431

a.a. 2011-2012

<b>INDICE DELLE FIGURE</b> .....	<b>6</b>
<b>INDICE DELLE TAVOLE</b> .....	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUZIONE</b> .....	<b>10</b>
<b>1. il clima della regione indiana</b> .....	<b>12</b>
1.1 I fattori climatici nel territorio indiano.....	13
1.2 I dati climatici.....	14
1.3 Le zone climatiche e le loro caratteristiche.....	14
1.3.1 Clima Caldo Secco.....	15
1.3.2 Clima Caldo Umido.....	16
1.3.3 Clima Temperato.....	17
1.3.4 Clima Composito.....	18
1.3.5 Clima Freddo e Nuvoloso.....	19
1.3.6 Clima Freddo e Soleggiato.....	20
1.4 Le implicazioni del clima sulla progettazione.....	22
1.4.1 Il Clima Urbano.....	22
1.5 Il Microclima.....	23
1.5.1 La Topografia.....	23
1.5.2 La Presenza di Bacini Idrici.....	23
1.5.3 La Vegetazione.....	24
1.5.4 La Profondità delle Strade e il loro Orientamento.....	24
1.5.5 L'aria.....	24
1.5.6 Gli Spazi Aperti e il Fattore Forma.....	24

<b>2. la città di Calcutta</b> .....	<b>26</b>
2.1 Capitale culturale ed economica.....	28
2.2 La realtà della campagna indiana.....	30
2.2.1 Il Villaggio Agricolo.....	31
2.2.2 Il Villaggio Commerciale.....	33
2.3 Il villaggio di Dhaki, l'esperienza della campagna a cento chilometri da Calcutta.....	34
2.4 Le condizioni ambientali di Dhaki.....	35
2.4.1 La Temperatura dell'Aria e la Velocità del Vento.....	37
2.4.2 I Diagrammi Bioclimatici.....	39
2.4.2.1 Il diagramma bioclimatico di Givoni.....	39
<b>3. la valorizzazione delle risorse locali</b> .....	<b>44</b>
3.1 Gli edifici progettati dall'Institute for Indian Mother and Child.....	46
Scheda 1. HOGOLKURIA Primary and Secondary school.....	48
Scheda 2. BANAMALIPUR Pre Primary and Primary school.....	50
Scheda 3. DHAKI Progetto Primary school.....	52
Scheda 4. NAGENDRAPUR Progetto Primary school.....	54
Scheda 5. KALYANPUR Woman Peace Council.....	56
Scheda 6. DHAKI Microcredit Bank.....	58
Scheda 7. HOGOLKURIA Sub Center Clinic.....	60
3.2 La tradizione dei villaggi agricoli.....	62
Riferimenti progettuali:	
HANDMADE SCHOOL_Bangladesh di A. Heringer e E. Roswag.....	68
GANDO PRIMARY SCHOOL_Burkina Faso di D.F. Kéré.....	70
BUSTAN MEDWED CLINIC Health Clinic_Israele di M.Vital e Y. Amil.....	72
TESKING BAMBOOWOOD SCHOOL_Nepal di P. Kostner e M. Sobotkova.....	74

<b>4. i materiali della costruzione: la terra e il bamboo</b>	<b>76</b>
4.1 Costruire con la terra cruda	77
4.1.1 Le tecniche costruttive della terra cruda	77
4.1.1.1 La terra battuta	77
4.1.1.2 La terra alleggerita	77
4.1.1.3 L'adobe	78
4.2 Costruire con il bamboo	78
4.2.1 Le caratteristiche fisiche dell'acciaio naturale	79
4.2.2 Le caratteristiche meccaniche	80
4.2.2.1 La resistenza a compressione	80
4.2.2.2 I fattori esterni influenzano le proprietà meccaniche	81
4.2.3 Strategie per salvaguardare la durabilità e le caratteristiche fisiche del materiale	81
4.2.3.1 I metodi tradizionali	83
4.2.3.2 I trattamenti chimici	83
4.2.4 I vantaggi dovuti all'utilizzo di questo materiale da costruzione	83
4.2.5 Il bamboo presente nell'area del West Bengal	84
<b>5. l'istruzione in India</b>	<b>86</b>
5.1 Il progetto di un sistema scolastico nazionale	87
5.1.1 Verso l'indipendenza dal dominio inglese	87
5.1.2 L'India moderna del post indipendenza	88
5.2 Il diritto all'istruzione	89
5.3 La situazione attuale: la scuola in India oggi	89
5.3.1 Il sistema scolastico e d'istruzione superiore indiano: il quadro costituzionale	90
5.3.2 La struttura del sistema scolastico	91
5.3.3 Il problema dell'analfabetismo, specialmente nelle aree della campagna indiana	92
5.3.4 Le disuguaglianze	92
5.4 Il ruolo degli insegnanti nell'istruzione scolastica	92
5.4.1 L'istruzione pre-primaria	92
5.4.2 Gli insegnanti della scuola primaria	93
5.4.2.1 La scuola primaria	94

<b>6. the barefoot school</b>	<b>96</b>
6.1 I caratteri dell'involucro edilizio	97
6.2 Una scuola per Dhaki	100
6.3 L'ostello per le fanciulle	104
6.4 L'alternanza degli spazi aperti e degli spazi coperti determina il carattere dello spazio	107
6.5 Il sistema di approvvigionamento idrico esistente	110
6.5.1 La perforazione del terreno per l'installazione di pompe	110
6.5.1.1 Funzionamento di una pompa manuale	112
6.5.2 L'approvvigionamento idrico nel villaggio di Dhaki	113
6.5.3 Il sistema di raccolta delle acque all'interno del progetto	114
6.5.4 Gli accorgimenti tecnologici come manifesto della cultura dell'igiene personale	115
6.5.4.1 La progettazione dei servizi igienici	115
6.5.4.1.1 WWC: l'integrazione di un sistema di servizio igienico senza consumo di acqua all'interno del nostro progetto	155
6.6 La progettazione di un impianto di backup per l'area di Dhaki	117
6.6.1 I caratteri dell'impianto	117
6.6.1.1 I caratteri dell'impianto	117
6.6.1.2 Tensione bus e batterie	117
6.6.2 Il posizionamento dell'impianto fotovoltaico	117
6.6.2.1 Le ore equivalenti di picco solare	118
6.6.2.2 Calcolo dell'energia disponibile	118
6.6.3 L'installazione dell'impianto	119
6.6.3.1 L'integrazione dell'impianto con il sistema elettrico nazionale	119
6.6.4 Analisi economica	120
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>122</b>

<b>figura 1</b>	Rappresentazione dei sei climi presenti nel territorio indiano.....	21
<b>figura 2</b>	Rappresentazione dei percorsi solari.....	36
<b>figura 3</b>	Variazione della temperatura dell'aria nell'arco di un anno solar, relativa al villaggio di Dhaki.....	37
<b>figura 4</b>	Rappresentazione della velocità dell'aria durante la stagione estiva e durante la stagione invernale.....	38
<b>figura 5</b>	Diagramma bioclimatico di Givoni con evidenziata l'area di comforte le strategie progettuali da effettuare al fine di ampliare quest'area durante la stagione estiva.....	40
<b>figura 6</b>	Diagramma bioclimatico di Givoni con evidenziata l'area di comforte le strategie progettuali da effettuare al fine di ampliare quest'area durante la stagione invernale.....	41

## indice delle figure

<b>tavola 1</b>	I caratteri ambientali e le strategie bioclimatiche da attuare nel villaggio di Dhaki
<b>tavola 2</b>	I materiali della costruzione: quelli usati dall'associazione IIMC e quelli della tradizione locale
<b>tavola 3</b>	Masterplan: dagli schemi compositivi alla definizione dello spazio del progetto
<b>tavola 4</b>	Il progetto di un ostello per le fanciulle: piante, prospetti e sezioni in scala 1:100
<b>tavola 5</b>	Il disegno del progetto per l'ostello: piante, prospetti e sezione scala 1:50
<b>tavola 6</b>	La conoscenza dell'architettura del progetto: dettagli architettonici in scala 1:10
<b>tavola 7</b>	La conoscenza dell'architettura del progetto: dettagli architettonici in scala 1:10 ed esploso assonometrico
<b>tavola 8</b>	Il progetto per una pre-primary e una primary school: piante, prospetti e sezioni in scala 1:100
<b>tavola 9</b>	Il disegno del progetto per la scuola: pianta, prospetto e sezione scala 1:50
<b>tavola 10</b>	La conoscenza dell'architettura del progetto: dettagli architettonici in scala 1:10
<b>tavola 11</b>	La conoscenza dell'architettura del progetto: dettagli architettonici in scala 1:10 ed esploso assonometrico
<b>tavola 12</b>	Vivere la scuola: analisi bioclimatica di un'aula tipo
<b>tavola 13</b>	Costruire la scuola: i caratteri e gli elementi costituenti la struttura di un'aula tipo

## indice delle tavole

## THE BAREFOOT SCHOOL. A NEW WAY FOR DHAKI.

Oggetto della tesi è stata la progettazione di un polo scolastico e di un ostello per le fanciulle in un territorio situato a sud della città di Calcutta, dove opera un'associazione non governativa, l' Institute for Indian Mother and Child.

L'associazione, con la quale è stato possibile collaborare sul territorio, realizza edifici utilizzando la tecnica costruttiva del cemento armato con il tamponamento in laterizio.

Nonostante questi edifici si trovino in aree agricole, spesso lontane dalla città di Calcutta, i materiali scelti e utilizzati vengono trasportati dal centro città all'area di progetto, avendo dunque un costo, ed un consumo di CO<sub>2</sub> maggiore rispetto a quello che si avrebbe utilizzando materiali presenti in loco.

Allo stesso tempo, spesso, le maestranze locali, non istruite, non hanno le conoscenze adatte all'utilizzo idoneo della tecnica costruttiva scelta, pertanto dopo solo pochi anni, si manifestano sugli edifici ingenti fenomeni di degrado.

In primo luogo, dunque, è stato analizzato il clima del sito, al fine di massimizzare l'apporto positivo derivante dai fattori climatici presenti nell'area. Dhaki, infatti, si trova in una zona climatica caratterizzata dalla presenza di clima caldo umido, con temperature massime comprese tra 35 e 45 °C durante il giorno e tra 20 a 25 °C durante la notte nella stagione estiva, e con temperature massime comprese tra i 30 e i 35 °C di giorno, e i 10-20 °C di notte nella stagione invernale.

L'analisi dei fattori climatici e delle condizioni di comfort da ottenere all'interno di un edificio scolastico, ha determinato la scelta delle strategie progettuali. All'adozione delle strategie progettuali è stata affiancata la scelta dei materiali del progetto.

Differentemente da quanto vien fatto dall'associazione che opera sul territorio, sono stati scelti materiali presenti nella campagna indiana e da sempre utilizzati dalla popolazione dei villaggi: la terra e il bamboo.

Questa scelta è stata operata sia in modo da ridurre i costi dovuti al trasporto dei materiali, sia in modo da utilizzare materiali naturali reperibili in loco, e soprattutto per permettere alle maestranze locali di costruire utilizzando materiali e tecniche costruttive conosciute.

Questa tesi nasce dalla collaborazione con l'associazione italiana Project for People Onlus, che ci ha permesso di partire alla volta dell'India, precisamente alla volta della città di Calcutta, e di operare sul territorio come volontarie di un'associazione non governativa locale, IIMC- Institute for Indian Mother and Child.

Proprio venendo a contatto con edifici progettati dall'associazione di edifici, quali cliniche ospedaliere, banche per il microcredito e strutture scolastiche, abbiamo pensato di proporre alla realtà associativa italiana un modo "altro" di progettare, una nuova strada (a new way), diversa da quella che si sta percorrendo ora, ma che allo stesso tempo la gente del luogo ha percorso per molti anni, da proporre e realizzare dunque in un'area a sud della grande metropoli di Calcutta, più precisamente nella città di Dhaki.

L'area di progetto, infatti, si trova nella campagna indiana solcata dalle ramificazioni del fiume Gange, che, durante la stagione monsonica, rendono il territorio una vasta pianura alluvionale a causa dell'ingente quantità d'acqua riversata al suolo, e per quest'area è già prevista la costruzione di un polo scolastico (che ospiterà una pre-primary school e una primary school) e di un ostello per le ragazze che, dopo l'orario delle lezioni, non hanno la possibilità di tornare a casa dalle proprie famiglie.

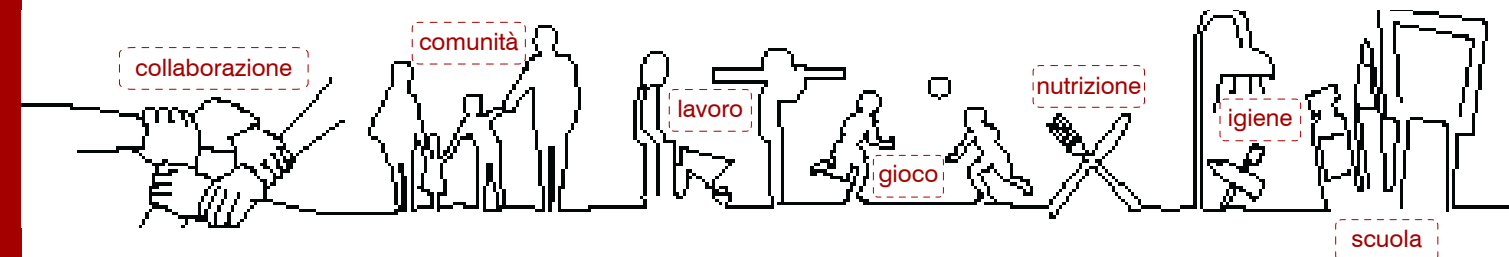
Il progetto è stato redatto dai responsabili di cantiere dell'associazione indiana, in maniera molto simile a tutte le costruzioni da loro realizzate.

Non vi è pertanto un'attenzione alla forma in relazione al sito e ai caratteri climatici del luogo, non vi è un'attenzione alla progettazione dello spazio in relazione alle attività che devono svolgersi all'interno dell'edificio, non vi è un'attenzione alla scelta dei materiali e non vi è attenzione alla formazione delle maestranze locali, in modo da realizzare strutture durevoli nel tempo.

Obiettivo, dunque, del nostro lavoro è proporre un progetto per questa stessa area partendo dalle analisi topografiche e sui fattori climatici che caratterizzano l'ambiente. Le strategie climatiche da adottare determineranno la forma del progetto, in modo da massimizzare l'apporto positivo dei caratteri climatici dell'area. I materiali del progetto saranno scelti tra quelli presenti nella realtà della campagna, e da sempre utilizzati per abitazioni private dagli abitanti del luogo: la terra cruda e il bamboo.

La struttura sarà pertanto caratterizzata da blocchi portanti di muratura, adobe, di dimensioni 20x40x10, armati all'interno da un elemento in bamboo del diametro di 5 centimetri, e gli spazi della scuola e quelli dell'ostello avranno dimensioni variabili a seconda delle attività che si svolgeranno all'interno.

L'attenzione verrà posta, in un secondo momento, sull'utilizzo di queste tecnologie costruttive, analizzando i nodi della costruzione delle pareti portanti e delle coperture, a loro volta realizzate in bamboo, redigendo infine un manuale da costruzione che permetterà la lettura del progetto da parte delle maestranze locali, rendendo possibile l'autocostruzione degli edifici.



# 1. il clima della regione indiana

Il clima di un luogo rappresenta lo stato delle condizioni atmosferiche relative ad un determinato periodo di tempo.

Integrate condizioni climatiche, manifestatesi costantemente per diversi anni, vengono indicate come clima o, più specificatamente, come "macro-clima".

L'analisi del clima di una determinata regione può aiutare a valutare le stagioni o i periodi in cui una persona può sperimentare situazioni di comfort o di disagio; e allo stesso tempo può aiutare ad identificare quei fattori climatici, nonché le loro caratteristiche.

Queste informazioni aiutano il progettista a realizzare un edificio che filtri le perturbazioni climatiche, consentendo, allo stesso tempo, l'apporto positivo dei valori climatici favorevoli.

La condizione di discomfort e la domanda di energia corrispondente per il sistema meccanico possono essere notevolmente ridotti e controllati attraverso un controllo giudizioso dei fattori climatici.

La forma e la disposizione delle aperture di un edificio possono essere opportunamente progettate facendo riferimento ai fattori climatici e alle caratteristiche fisiche di una determinata zona.

Ad esempio, riferendoci al continente indiano, in una città come Moombai, si ha una sensazione di caldo e di umidità dovuta ad un'intensa radiazione solare accompagnata ad un alto tasso di umidità.

Dall'altro lato, in un posto come Shimla, è necessario mantenere il calore all'interno a causa del clima rigido predominante.

Il clima dunque riveste un ruolo centrale nel determinare la forma e la struttura di un edificio.

Seguirà ora fatta un'analisi relativa ai vari climi presenti nel continente indiano, descrivendo i vari fattori climatici e le zone climatiche del sub-continente indiano.

## 1.1 I fattori climatici nel territorio indiano

Sia il tempo che il clima sono caratterizzati da determinate variabili conosciute come fattori climatici.

I fattori climatici che definiscono dunque l'ambiente, determinando le sensazioni che si percepiscono in un determinato luogo sono:

- radiazione solare
- temperatura
- umidità
- precipitazioni
- vento
- condizioni del cielo

Quando si parla di radiazione solare si fa riferimento all'energia radiante ricevuta dal sole.

E' l'intensità della radiazione per unità di tempo per unità di superficie e di solito è espressa in Watt/metro quadro ( $W/m^2$ ).

La radiazione solare incidente su una superficie varia da momento a momento, in relazione alla localizzazione geografica (latitudine e longitudine), all'orientamento, alla stagione, all'ora del giorno in cui questa si manifesta e ai fattori atmosferici.

Questa è la variabile più importante legata alle variabili climatiche, e determina se in un luogo si verifica prevalentemente una temperatura più o meno rigida.

La temperatura dell'aria in un luogo ombreggiato (ma ben ventilato) è nota come temperatura ambiente ed è generalmente espressa in gradi Celsius ( $^{\circ}C$ ).

La temperatura in un determinato sito dipende da fenomeni quali il vento e da fattori locali, quali l'ombreggiamento, la presenza di un corpo idrico e le condizioni di soleggiamento.

Quando la velocità dell'aria è bassa, le caratteristiche di un luogo influenzano fortemente la temperatura dell'aria in prossimità del suolo.

Con una maggior velocità del vento, invece, la temperatura dell'aria in entrata è di conseguenza meno influenzata dai fattori locali.

L'umidità dell'aria, che rappresenta la quantità di umidità presente nell'aria, è generalmente espressa in termini di "umidità relativa".

L'umidità relativa è definita come il rapporto tra la massa di vapore acqueo in un certo volume di aria umida ad una data temperatura e la massa di vapore acqueo nello stesso volume di aria satura, alla stessa temperatura, ed è normalmente espressa in termini di percentuale.

Essa varia notevolmente: tende ad essere più alta all'alba quando dunque la temperatura dell'aria è più bassa, e tende invece a diminuire con l'aumentare della temperatura dell'aria.

Il fenomeno della diminuzione dell'umidità relativa verso mezzogiorno tende ad essere più evidente in estate.

In aree con alti livelli di umidità, la trasmissione della radiazione

In aree con alti livelli di umidità, la trasmissione della radiazione solare è ridotta a causa dell'assorbimento atmosferico e della dispersione.

Un alto tasso di umidità riduce l'evaporazione dell'acqua e la traspirazione della pelle tramite sudorazione. Di conseguenza, l'umidità, accompagnata da una temperatura ambiente elevata, provoca disagio e discomfort. Gli effetti di varie combinazioni di umidità e temperatura ambiente sono presentati nella fig. 2,3.

Con il termine precipitazioni si intende l'acqua in tutte le sue forme di pioggia, neve, grandine o rugiada. Di solito è misurata in millimetri (mm) utilizzando un pluviometro. Gli effetti delle precipitazioni sugli edifici sono illustrati in Fig. 2,4.

Con il termine vento si definisce il movimento dell'aria causato da una differenza di pressione atmosferica, a sua volta determinata dal riscaldamento differenziale della massa di terra e di acqua sulla superficie terrestre dalla radiazione solare e dalla rotazione della terra.

La velocità del vento può essere misurata da un anemometro ed è generalmente espressa in metri al secondo (m / s).

Il fenomeno della ventilazione è determinante per una corretta progettazione in quanto interviene in maniera sensibile sulle condizioni di comfort all'interno di un edificio.

Le condizioni di cielo si riferiscono generalmente al punto di copertura nuvolosa nel cielo o alla durata della presenza del sole. In condizioni di cielo sereno, l'intensità della radiazione solare aumenta, mentre viene ridotta durante il monzone a causa della presenza di un cielo coperto da nubi. La radiazione riflessa dalle superfici esterne degli edifici aumenta in presenza di cielo sereno e diminuisce in presenza di cielo coperto.

Oltre a questi fattori, una serie di elementi naturali come le colline, le valli, i corpi d'acqua, la vegetazione, ecc possono influenzare il clima a livello locale. Allo stesso tempo, anche gli edifici, le costruzioni e altre arti creati dall'uomo hanno un impatto sul clima.

## 1.2 I dati climatici

In India esiste una ampia rete di stazioni meteorologiche di rilevamento dei dati climatici, coordinate dall' India Meteorological Department (IMD).

I dati sintetici per la radiazione solare sono stati elaborati dall' Indian Society of Heating and Refrigerating Air (ISHRAE).

Si può vedere come nelle regioni del Rajasthan, del Gujarat, ad ovest della regione del Madhya Pradesh e a nord del Maharashtra vi siano più di 3.000-3.200 ore di sole splendente in un anno.

Più di 2.600-2.800 ore di sole sono presenti nel resto del paese, ad eccezione del Kerala, degli Stati del nord-est, del Jammu e del Kashmir, dove sono sensibilmente inferiori.

Durante il monzone, che colpisce l'India tra i mesi di Giugno e Settembre, si presenta una significativa riduzione dell'apporto di radiazione solare in tutto il paese ad eccezione degli stati dello Jammu e del Kashmir, dove, a causa della posizione geografica, si ha la maggior presenza di sole durante i mesi di giugno e luglio, e la minima nel mese di gennaio.

Gli stati a nord-est e il sud-est della penisola ricevono relativamente anche meno sole nei mesi di Ottobre e Novembre a causa dei monsoni che si scatenano a nord-est.

Per quanto riguarda la disponibilità di radiazione solare globale, più di 2000 kWh/m<sup>2</sup>-year vengono rilevati negli stati del Rajasthan e del Gujarat, mentre nella zona ad est del Bihar, nella regione del West Bengala e negli stati più a nord-est vengono rilevati meno di 1700 kWh/m<sup>2</sup>-year (fig. 2.8).

La disponibilità di radiazione solare diffusa varia notevolmente nel Paese, comprensibilmente in relazione alla vastità del territorio indiano.

Lo schema annuale mostra un livello minimo di 740 kWh/m<sup>2</sup>-year sul Rajasthan, aumentando verso est raggiungendo dunque livelli pari a 840 kWh/m<sup>2</sup>-year negli stati più a nord est, e negli stati a sud livelli di 920 kWh/m<sup>2</sup>-year.

La temperatura ambiente varia in tutto il paese. Le mappe mostrano il valore più alto e il valore più basso delle temperature (in figura. 2.10 e 2.11).

Un grafico che mostra, invece, la media delle precipitazioni con direzione principale del vento è presentato in fig. 2,12.

## 1.3 Le zone climatiche e le loro caratteristiche

Le regioni che mostrano caratteri climatici simili sono raggruppate sotto un' unica zona climatica.

Sulla base dei fattori climatici discussi nella sezione precedente, il paese può essere diviso in sei zone climatiche, in particolare:

- zona caratterizzata dal caldo e secco,
- zona caratterizzata dal clima caldo e umido,
- zona dal clima temperato,
- zona dal clima freddo e nuvoloso,
- zona dal clima freddo e soleggiato,
- zona caratterizzata da un clima composito

(all'interno di questa zona climatica vengono collocate quelle zone in cui si manifestano caratteristiche climatiche non riconducibili ad una delle cinque zone climatiche sopra citate)

Un luogo viene dunque ricondotto alle prime cinque zone climatiche solo quando le condizioni climatiche caratteristiche di una determinata zona si manifestano e prevalgono sulle altre per più di sei mesi all'anno.

Nel caso in cui nessuna delle caratteristiche possa essere identificata per sei mesi o più, la zona climatica viene dunque chiamata " zona a clima composito ". (figura 1. )

### 1.3.1 Clima Caldo Secco

La zona calda e secca si trova nella parte centro-occidentale dell'India, Jaisalmer, Jodhpur e Sholapur sono alcune delle città in cui si verifica questo tipo di clima.

Una regione caratterizzata da questo tipo di clima caldo e secco è allo stesso tempo caratterizzata da condizioni del terreno sabbiose o rocciose, e da rada vegetazione comprendente cactus, alberi e cespugli spinosi.

Ci sono poche fonti di acqua sulla superficie, e il livello di acque sotterranee è molto basso.

A causa di un'intensa radiazione solare (con valori che arrivano ad avere picchi pari a 800-950 W/m<sup>2</sup>), il terreno e l'ambiente di questa regione si surriscaldano molto rapidamente durante il giorno.

In estate, le temperature massime raggiungono durante il giorno 40-45°C, e 20-30°C durante la notte.

In inverno, invece, i valori sono compresi tra 5 e 25 ° C durante il giorno e tra 0 a 10 ° C durante la notte.

Si può osservare che la variazione diurna della temperatura è abbastanza elevata, cioè superiore a 10 ° C.

Il clima è descritto come asciutto perché l'umidità relativa è

generalmente molto bassa, con valori che vanno dal 25 al 40% a causa della vegetazione bassa e rada e della presenza di corpi idrici superficiali.

Inoltre, le regioni caratterizzate da un clima caldo secco hanno un livello di precipitazioni annue molto basso, inferiore cioè a 500 mm.

Il vento caldo soffia durante il giorno in estate, provocando anche talvolta tempeste di sabbia.

La notte è di solito il clima percepito è fresco e piacevole.

Il cielo è generalmente sereno, generando così disagi dovuti all'elevata radiazione solare durante il giorno, mentre durante la notte il calore assorbito dal terreno viene rapidamente dissipato in atmosfera.

Per questo motivo l'aria risulta molto più fresca di notte che durante il giorno.

In un clima come questo risulta di fondamentale importanza controllare l'ingresso della radiazione solare e la presenza di ventilazione dei venti caldi.

I criteri di progettazione devono quindi mirare a minimizzare l'assorbimento di calore, fornendo ombra, riducendo la superficie esposta alla radiazione diretta del sole, controllando e progettando correttamente la ventilazione, e aumentando la capacità termica dell'edificio.

#### OBIETTIVI

1. Resistere al guadagno di calore
  - Ridurre le superfici esposte alla radiazione solare
  - Aumentare la resistenza termica
  - Aumentare la capacità termica
  - Aumentare la presenza di spazi filtro
  - Aumentare l'ombreggiamento e la presenza di schermature
  - Aumentare la riflettanza della superficie dell'involucro
2. Promuovere la perdita di calore
  - Ventilazione degli spazi
  - Aumentare la ventilazione durante le ore notturne
  - Aumentare il livello di umidità

#### STRATEGIE

Orientamento e forma dell'edificio

Isolamento dell'involucro edilizio  
Struttura massiva  
Presenza di spazi intermedi, verande, balconi, logge  
Superfici esterne protette dalla presenza di oggetti, schermature e vegetazione  
Scegliere materiali di colore chiaro, vetro, porcellana

Disporre un adeguato numero di aperture  
Presenza di cortili / torri del vento / di aperture

Alberi, presenza di bacini idrici, vasche per favorire il raffrescamento evaporativo



### 1.3.2 Clima Caldo Umido

La zona a clima caldo umido caratterizza le zone costiere del paese. Alcune città che rientrano in questa zona sono Mumbai, Chennai e Calcutta.

L'alto tasso di umidità favorisce la crescita di una vegetazione rigogliosa in queste regioni.

La frazione diffusa della radiazione solare è più alta in presenza di cielo coperto, e la radiazione può essere molto intensa nei giorni caratterizzati dal cielo limpido.

La dissipazione del calore accumulato dalla terra al cielo durante la notte è in genere marginale a causa della presenza di nubi.

Quindi, la variazione diurna della temperatura è piuttosto bassa.

In estate, le temperature possono raggiungere anche i 30-35 °C durante il giorno, e 25 - 30 °C durante la notte.

In inverno, la temperatura massima è compresa tra 25 e 30 °C durante il giorno e da 20 a 25 °C durante la notte.

Nonostante le temperature non siano alte, l'elevato tasso di umidità provoca sensazioni di discomfort.

Una caratteristica importante di questa regione è l'umidità relativa, che è in genere molto elevata, circa il 70 - 90% per tutto l'anno.

Anche il livello delle precipitazioni è elevato, con valori pari a circa 1200 mm all'anno, o anche di più. Pertanto, la disposizione per il drenaggio e lo smaltimento rapido dell'acqua in questa zona è fondamentale. Il vento è generalmente da una o due direzioni prevalenti con velocità che vanno da molto bassa a molto alta.

La presenza di ventilazione è auspicabile in questo clima, in quanto può causare una sensibile sensazione di raffreddamento del corpo. I criteri di progettazione principali delle regioni caratterizzate dalla presenza del clima caldo umido sono rivolti a ridurre il guadagno solare, fornendo ombra, e promuovendo la perdita di calore massimizzando la ventilazione trasversale.

### 1.3.3 Clima Temperato

Pune e Bangalore sono esempi di città che rientrano in questa zona climatica.

Le aree a clima temperato si trovano in genere in zone collinari e montuose o su altipiani con vegetazione piuttosto abbondante. La radiazione solare in questa regione è più o meno la stessa per tutto l'anno.

Essendo situati a quote relativamente più alte, in questi luoghi si è soliti sperimentare temperature più basse rispetto a quelle riscontrate nelle regioni a clima caldo secco.

Le temperature non sono né troppo calde né troppo rigide.

In estate, la temperatura raggiunge i 30-34 °C durante il giorno e 17 - 24 °C durante la notte.

In inverno, la temperatura massima è compresa tra 27-33 °C durante il giorno e da 16 a 18 °C durante la notte.

L'umidità relativa è bassa in inverno e in estate, con valori che variano tra 20 e 55%, e raggiunge 55-90% durante i monsoni.

Le precipitazioni annue superano solitamente i 1000 mm all'anno. Gli inverni in questa zona sono molto secchi. I venti sono generalmente sostenuti durante l'estate e la loro intensità e la loro direzione dipendono principalmente dalla tipografia del luogo su cui insistono e dove si manifestano.

Il cielo è sereno o poco nuvoloso con la presenza occasionale di basse nubi dense durante le estati.

Le strategie progettuali da attuare in una zona caratterizzata dal clima temperato sono:

la riduzione del guadagno di calore, fornendo ombra all'edificio, e la promozione della perdita di calore mediante l'ottimizzazione dell'apporto della ventilazione.

#### OBIETTIVI

##### 1. Resistere al guadagno di calore

- Ridurre le superfici esposte alla radiazione solare
- Aumentare la resistenza termica
- Aumentare la presenza di spazi filtro
- Aumentare l'ombreggiamento e la presenza di schermature
- Aumentare la riflettanza della superficie dell'involucro

##### 2. Promuovere la perdita di calore

- Ventilazione degli spazi
- Aumentare la ventilazione durante le ore notturne
- Aumentare il livello di umidità

#### STRATEGIE

Orientamento e forma dell'edificio

Isolamento dell'involucro edilizio e della copertura; superficie di copertura riflettente  
Presenza di verande, balconi e logge  
Superfici esterne e vetrate protette dalla presenza di aggetti, schermature e vegetazione  
Scegliere materiali di colore chiaro, vetro, porcellana

Disporre un adeguato numero di aperture  
Progettazione di un tetto ventilato; presenza di cortili / torri del vento / di aperture  
Deumidificazione/Raffrescamento

#### OBIETTIVI

##### 1. Resistere al guadagno di calore

- Ridurre le superfici esposte alla radiazione solare
- Aumentare la resistenza termica
- Aumentare l'ombreggiamento e la presenza di schermature
- Aumentare la riflettanza della superficie dell'involucro

##### 2. Promuovere la perdita di calore

- Ventilazione degli spazi
- Aumentare il tasso di ricambio aria

#### STRATEGIE

Orientamento e forma dell'edificio

Isolamento dell'involucro edilizio e delle facciate esposte a est e ad ovest

Presenza di verande, balconi e logge  
Superfici e vetrate esposte ad est e ovest protette dalla presenza di aggetti, schermature e vegetazione  
Scegliere materiali di colore chiaro, vetro, porcellana

Disporre un adeguato numero di aperture  
Presenza di cortili e di aperture

### 1.3.4 Clima Composito

La zona a clima composito copre la parte centrale dell'India.

Alcune città in cui si verifica questo tipo di clima sono New Delhi, Kanpur e Allahabad, dove si presenta un paesaggio vario e caratterizzato da una vegetazione stagionale.

L'intensità della radiazione solare è molto alta in estate, mentre durante i monsoni, che si manifestano come generalmente in tutto il Paese durante i mesi di giugno e settembre, l'intensità è bassa con radiazione prevalentemente diffusa.

La temperatura massima diurna in estate si aggira tra i 32 - 43 °C, mentre di notte oscilla tra i 27 e 32 °C. In inverno, i valori sono compresi tra i 10 e i 25 ° C durante il giorno e tra i 4 e i 10°C

durante la notte. L'umidità relativa è pari a circa 20 - 25% nei periodi di siccità e 55 - 95% in periodi di pioggia.

La presenza di elevata umidità durante i mesi è uno dei motivi per cui città come New Delhi e Nagpur sono ricondotte a zone a clima composito e non alle zone a clima caldo secco. Le precipitazioni in questa zona variano da 500 - 1300 mm all'anno.

Questa regione è caratterizzata dalla presenza di venti di forte intensità provenienti da sud-est durante la stagione dei monsoni.

In estate, invece, i venti sono caldi generando così un'atmosfera caratterizzata dalla presenza di polvere che si alza dal suolo.

In generale, le regioni caratterizzate dal clima composito presentano livelli di umidità più elevati durante i monsoni rispetto ai livelli riscontrati nelle zone a clima caldo secco.

(Questa è la differenza principale tra i due climi, altrimenti sarebbe possibile ricondurre il clima composito al clima caldo secco).

Pertanto i criteri di progettazione da adottare in queste zone sono più o meno gli stessi elencati per le zone a clima caldo secco, ad eccezione di una ricerca di massimizzazione della ventilazione trasversale durante il periodo dei monsoni.

### 1.3.5 Clima Freddo e Nuvoloso

In generale, questa zona climatica si manifesta nella parte settentrionale dell'India. Le regioni più fredde e con cielo coperto si trovano ad altitudini elevate. Ootacamund, Shimla, Shillong, Srinagar e Mahabaleshwar sono esempi di luoghi che appartengono a questa zona climatica. Si tratta generalmente di regioni montuose con vegetazione rigogliosa durante la stagione estiva.

L'intensità della radiazione solare è bassa in inverno con un'alta percentuale di radiazione diffusa, pertanto gli inverni sono estremamente freddi. In estate, la temperatura ambiente massima è compresa tra i 20 e i 30 ° C durante il giorno e tra i 17 e i 27 °C durante la notte, rendendo così le estati abbastanza piacevoli.

In inverno, invece, la temperatura oscilla tra i 4 e 8 ° C durante il giorno e tra -3 a 4 °C durante la notte.

L'umidità relativa è generalmente alta e si attesta tra il 70 e l'80%.

Le precipitazioni annue totali sono di circa 1000 mm e si distribuiscono in modo uniforme durante tutto l'anno.

In questa regione, nella stagione invernale, si manifestano venti freddi, pertanto l'attenzione alla protezione dai venti è essenziale in questo tipo di clima.

Le condizioni climatiche durante la stagione estiva sono generalmente piacevoli, ma a causa degli inverni freddi e caratterizzati da quanto detto prima, i criteri principali per la progettazione in queste zone dal clima freddo e nuvoloso sono rivolti a minimizzare la perdita di calore promuovendo l'aumento della temperatura interna all'edificio mediante la captazione diretta della radiazione solare all'interno dello spazio.

#### OBIETTIVI

1. Resistere al guadagno di calore e resistere alla perdita di calore in inverno

- Ridurre le superfici esposte alla radiazione solare
- Aumentare la resistenza termica
- Aumentare capacità termica (sfasamento)
- Aumentare la presenza di spazi filtro
- Diminuire il ricambio dell'aria
- Aumentare l'ombreggiamento
  
- Aumentare la riflettanza della superficie dell'involucro

2. Promuovere la perdita di calore

- Ventilazione degli spazi
- Aumentare il tasso di ricambio dell'aria
- Aumentare il livello di umidità durante l'estate
- Diminuire il tasso di umidità durante i monsoni

#### STRATEGIE

Orientamento e forma dell'edificio; uso degli alberi e della vegetazione come barriera per il vento  
Isolamento della copertura e delle facciate  
Pareti massive  
Presenza di verande, balconi e logge

Le superfici e le vetrate protette dalla presenza di oggetti, schermature e vegetazione  
Scegliere materiali di colore chiaro, vetro, porcellana

Provvedere alla distribuzione degli impianti  
Presenza di cortili, di torri del vento e di aperture  
Stagni e bacini d'acqua  
Deumidificazione/Raffrescamento

#### OBIETTIVI

1. Resistere al guadagno di calore

- Ridurre le superfici esposte alla radiazione solare
  - Aumentare la resistenza termica
  
  - Aumentare capacità termica (sfasamento)
  - Aumentare la presenza di spazi filtro
  - Diminuire il ricambio dell'aria
  - Aumentare la capacità di assorbimento della superficie
2. Promuovere la perdita di calore
- Ridurre l'ombreggiamento
  - Produzione di calore mediante apparecchi
  - Catturare il calore

#### STRATEGIE

Orientamento e forma dell'edificio; uso degli alberi come barriera per il vento  
Isolamento della copertura, delle facciate e dei sistemi vetrati  
Creazione di sacche d'aria / Logge

Utilizzo di colori di finitura più scuri

Non schermare le facciate e gli elementi vetrati  
Serre solari / Muri di Trombe

### 1.3.6 Clima Freddo E Soleggiato

Questo tipo di clima si presenta nella regione del Ladakh.

Si tratta di una regione è montagnosa, con poca vegetazione, tanto da venir considerata un deserto freddo.

La radiazione solare è generalmente intensa con una percentuale molto bassa di radiazione diffusa. In estate, la temperatura raggiunge i 17-24°C durante il giorno e 4-11°C di notte.

In inverno, la temperatura oscilla tra -7 e 8 ° C durante il giorno e -14 e 0 ° C durante la notte.

#### OBIETTIVI

##### 1. Resistere al guadagno di calore

- Ridurre le superfici esposte alla radiazione solare
- Aumentare la resistenza termica

- Aumentare capacità termica (sfasamento)
- Aumentare la presenza di spazi filtro
- Diminuire il ricambio dell'aria
- Aumentare la capacità di assorbimento della superficie

##### 2. Promuovere la perdita di calore

- Ridurre l'ombreggiamento
- Produzione di calore mediante apparecchi
- Catturare il calore

#### STRATEGIE

Orientamento e forma dell'edificio; uso degli alberi come barriera per il vento  
Isolamento della copertura, delle facciate e dei sistemi vetrati  
Creazione di sacche d'aria / Logge

Utilizzo di colori di finitura più scuri

Non schermare le facciate e gli elementi vetrati

Serre solari / Muri di Trombe

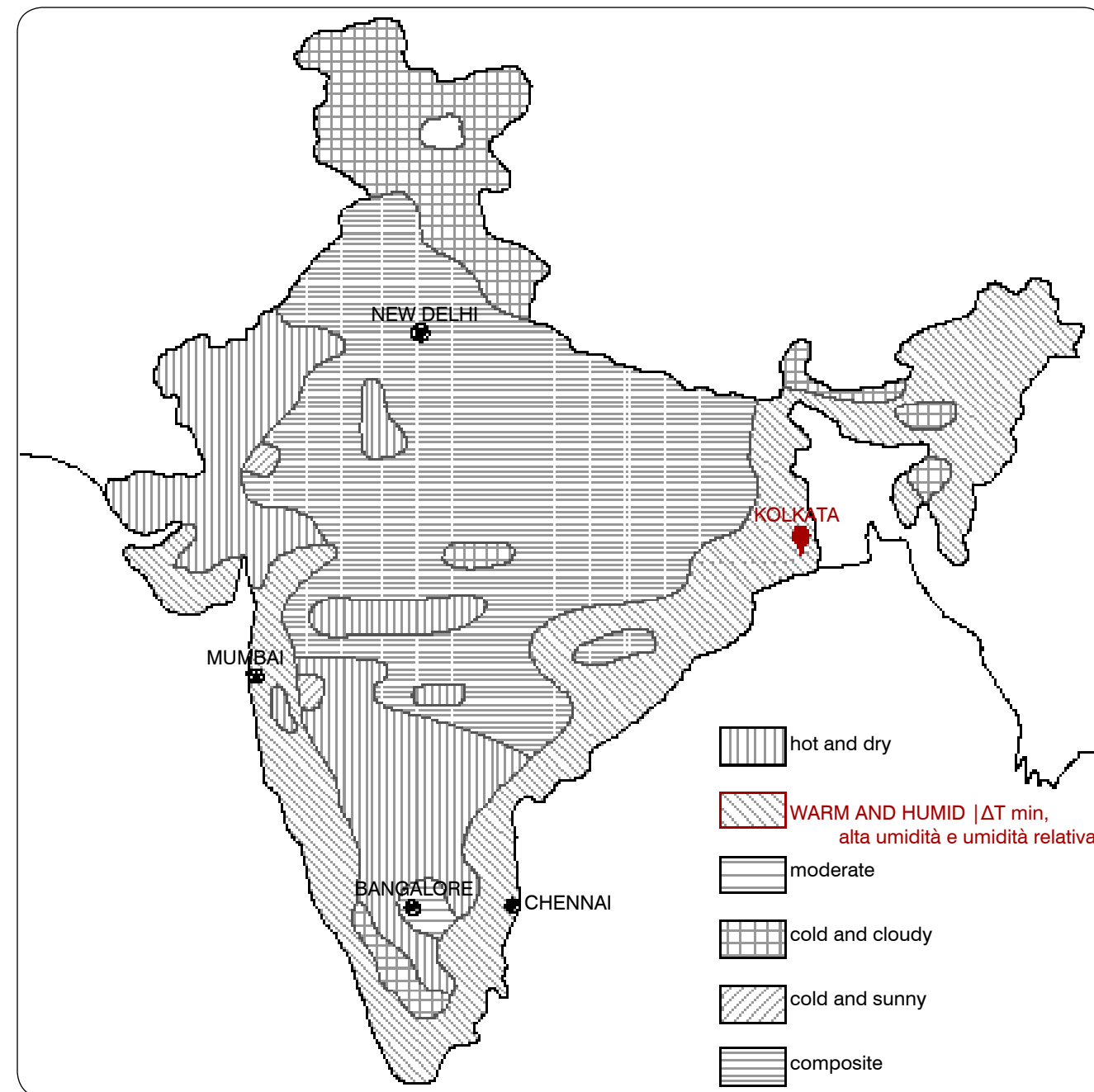
Gli inverni dunque, sono estremamente rigidi.

L'umidità relativa è sempre bassa, compresa tra valori compresi tra il 10 e il 50% e le precipitazioni sono generalmente inferiori a 200 mm all'anno.

In questa regione si manifestano le condizioni climatiche fredde proprie del deserto, pertanto i criteri di progettazione devono essere mirati alla riduzione della perdita di calore, intervenendo quindi sull'isolamento dell'involucro edilizio.

Allo stesso tempo, è necessario anche massimizzare il guadagno di calore derivante della radiazione solare.

pagina a fianco: figura 1.  
rappresentazione dei sei climi  
presenti nel territorio indiano



## 1.4 Le implicazioni del clima sulla progettazione

Le caratteristiche di ogni clima differiscono e di conseguenza le esigenze di comfort variano da una zona climatica all'altra.

Prima di procedere oltre, sarebbe utile definire il comfort e le condizioni che lo riguardano. Secondo American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers il comfort termico è, "quella condizione mentale che esprime soddisfazione per l'ambiente termico in cui ci si trova".

E' anche, "la gamma di condizioni climatiche in cui la maggioranza delle persone non si sentono a disagio a causa di una temperatura troppo alta o troppo bassa".

Questa zona corrisponde a una temperatura a bulbo secco che oscilla tra i 20 e i 30 °C con un'umidità relativa tra il 30 e 60%. Inoltre, come già illustrato precedentemente, vari elementi climatici quali la velocità del vento, la pressione di vapore e la radiazione solare possono influenzare le condizioni di comfort.

### 1.4.1 Il Clima Urbano

La temperatura dell'aria in aree urbane densamente edificate sono spesso superiori alle temperature rilevate nelle campagne circostanti.

Ciò è dovuto alla rapida urbanizzazione e alla rapida industrializzazione che queste aree hanno vissuto e subito.

Con termine "isola di calore urbana" si definisce un aumento di temperature superficiali in alcune zone di una città, causato da un microclima in continuo cambiamento.

La differenza tra la temperatura massima rilevata in città (misurata nel centro città) e la temperatura massima rilevata nella campagna circostante è definita come intensità dell'isola di calore.

Uno studio sull'isola di calore urbana è stato effettuato a Pune, Mumbai, Calcutta, Delhi, Vishakapatnam, Vijayawada, Bhopal e Chennai, e l'intensità delle isole di calore di queste città sono presentati nella tabella qui riportata.

Si è visto che, tra le città elencate nella tabella, l'intensità dell'isola di calore è massima a Pune (circa 10 °C) e più bassa a Vishakhapatnam (circa 0,6 °C).

Nelle città metropolitane di Mumbai, Nuova Delhi, Chennai e Calcutta, i valori corrispondenti sono rispettivamente 9.5, 6.0, 4.0 e 4.0°C.

Appare evidente come questi valori siano piuttosto elevati.

L'inquinamento e il calore dovuto al traffico veicolare e alla produzione industriale, la densità dello spazio costruito e la presenza ridotta di spazi verdi, sono fattori che contribuiscono al fenomeno dell'isola di calore.

Di norma, all'interno del quartiere centrale degli affari (CBD) o nel centro di una città si rilevano temperature più elevate rispetto alle altre parti.

Questo perché questi luoghi sono caratterizzati da costruzioni in cemento e strade asfaltate, pertanto il surriscaldamento di questi materiali è molto rapido a causa dell'ingente apporto derivante dalla radiazione solare.

La maggior parte di questo calore viene immagazzinato rilasciato molto lentamente, a volte anche fino a notte.

Seppur possa essere un fenomeno auspicabile nelle regioni caratterizzate da un clima rigido durante l'inverno, provoca condizioni di discomfort per le persone che abitano nelle regioni calde.

Così, in climi tropicali, la fornitura di una sufficiente ventilazione e la distanza tra gli edifici è necessaria affinché il calore accumulato possa venir rilasciato nell'atmosfera senza provocare il fenomeno dell'isola di calore.

Le maglie stradali e i blocchi urbani possono essere orientati e dimensionati in modo da tenere in considerazione la qualità della luce, del sole e dell'ombra secondo i dettami del clima.

Un sistema di percorsi verdi lineari o viali convergenti verso il centro della città contribuirà a mantenere il flusso di aria fredda.

Le superfici caratterizzate dalla presenza di vegetazione, infatti, hanno temperature di 5-8 °C più fresche grazie a una combinazione di evapotraspirazione, riflessione e ombreggiatura.

Gli studi suggeriscono che per una città con una popolazione di circa un milione, il 10-20% della superficie città dovrebbe essere coperta da vegetazione per ridurre efficacemente le temperature locali.

Come la vegetazione in città aumenta da 20 a 50%, la temperatura minima dell'aria diminuisce di 3-4 °C, e la temperatura massima diminuisce di circa 5 °C.

Radiazione solare globale, durante il giorno è ridotta a causa della dispersione e dell'assorbimento maggiore di aria inquinata (questo può essere fino a 10-20% nelle città industriali).

L'inquinamento colpisce anche visibilità, precipitazioni e opertura nuvolosa.

Studi meteorologici e di telerilevamento da satelliti possono essere utilizzati per l'accertamento di drastici cambiamenti nel clima, nell'uso del suolo e nei modelli di copertura arborea.

Il telerilevamento può essere utilizzato anche per mappare le aree calde e fredde in tutta la città utilizzando gli strumenti GIS (Geographical Information System).

Tale mappatura può contribuire a ridurre la crescita non pianificata di una città, nella preparazione di un vero e proprio piano di utilizzo del territorio, e per individuare future aree vulnerabili (quelle prive di vegetazione naturale, parchi e corsi d'acqua).

Queste misure sarebbero certamente di aiuto nel ridurre l'intensità dell'isola di calore urbana.

## 1.5 Il microclima

Le condizioni per il trasferimento di energia attraverso l'edificio e per determinare la risposta termica di persone sono legate ad un determinato luogo in un determinato momento.

Tali condizioni sono generalmente raggruppate sotto il termine di 'microclima', che comprende il vento, la radiazione solare, la temperatura e l'umidità intorno presenti nei pressi di un edificio.

L'edificio stesso, con la sua stessa presenza, cambierà il microclima, provocando una ostruzione al flusso del vento, e gettando ombre sul terreno e su altri edifici.

Un progettista deve pertanto prevedere questa variazione e deve opportunamente tenerne conto per il suo effetto nel disegno.

Il microclima di un luogo è determinato dai seguenti fattori:

- la forma del terreno
- la vegetazione
- la presenza di corsi d'acqua
- la profondità e l'orientamento delle strade
- gli spazi aperti e la forma dello spazio costruito

La comprensione di questi fattori aiuta molto nella preparazione del piano di layout del sito; ad esempio, in un clima caldo e secco, l'edificio deve essere, se possibile, situato vicino a corsi d'acqua, in modo da aumentare il livello di umidità al fine di abbassare la temperatura grazie al raffrescamento evaporativo.

### 1.5.1 La Topografia

Un sito può essere piano, collinare o situato lungo il versante di una montagna.

A seconda della stagione e del microclima, alcune località senza una particolare topografia hanno un miglior microclima rispetto ad altre.

Nelle valli, l'aria calda (essendo più leggera) sale mentre l'aria più fresca avendo una densità più elevata, si deposita nelle depressioni, facendo percepire dunque una temperatura più rigida a fondo valle. Delle correnti di aria ascendente si formano al mattino lungo i pendii soleggiate.

Di notte, invece, il flusso d'aria inverte l'andamento in quanto le superfici fredde del terreno raffrescano l'aria circostante, rendendola così più pesante e facendola scorrere lungo la valle.

Sui pendii delle montagne, la velocità dell'aria aumenta man mano che ci si sposta verso l'alto il lato esposto al vento, raggiungendo un massimo in corrispondenza della cresta e un minimo sul lato sottovento.

La differenza di velocità dell'aria è dovuta alla zona di bassa pressione sviluppata sul lato sottovento.

La temperatura varia anche con l'altitudine. La velocità di raffreddamento è di circa 0.80C per ogni 100m di elevazione.

L'aria che si muove lungo il pendio sarà quindi più fredda dell'aria che sostituisce più in basso, e viceversa. Inoltre, l'orientamento del pendio gioca anche un ruolo nel determinare la quantità di radiazione solare incidente sul sito.

### 1.5.2 La Presenza di Bacini Idrici

I corpi d'acqua possono essere presenti sottoforma di mare, di lago, di fiume, di stagno o anche di fontane.

Poiché l'acqua ha un calore latente di vaporizzazione relativamente alta, assorbe una grande quantità di calore dall'aria circostante per evaporazione. L'aria raffreddata può quindi essere introdotto all'interno di un edificio.

Con l'aumentare del processo di evaporazione dell'acqua, aumenta anche il livello di umidità dell'aria. Ciò è particolarmente utile nei climi caldi e secchi poiché l'acqua ha un elevato calore specifico e fornisce un mezzo ideale per la conservazione di calore che può essere utilizzato per il riscaldamento di un edificio.

Corpi d'acqua di grandi dimensioni tendono a ridurre la differenza di temperatura tra la temperatura rilevata durante il giorno e le temperature notturne in quanto agiscono come dissipatori di calore.. Inoltre, la temperatura massima in estate è più bassa in prossimità dei corpi d'acqua che su siti interni. Il modello di flusso del vento in un sito è influenzato dalla presenza di una grande risorsa idrica nel modo seguente.

Il flusso del vento viene generato a causa della differenza di capacità termica tra quella del bacino di acqua e quella del terreno, e, di conseguenza, dalla differenza di temperatura.

Durante il giorno, la terra si riscalda più velocemente dell'acqua, facendo sì che l'aria a contatto con la terra, più calda, salga nell'atmosfera venendo sostituita dall'aria fresca presente sopra l'acqua.

Quindi, la brezza che si viene a creare soffierà dall'acqua alla terra durante il giorno e viceversa durante la notte (in quanto la terra si raffredda in maniera più rapida rispetto all'acqua).

Il raffrescamento per evaporazione può aiutare a mantenere il comfort negli edifici nelle zone a clima caldo e secco. Questa caratteristica è stata adottata con successo nell'architettura vernacolare. Ad esempio, il palazzo in Deegh Bharatpur è circondato da un giardino d'acqua per raffreddare il quartiere.

Altri esempi includono il Taj Mahal ad Agra e il palazzo a Mandu.

La velocità di evaporazione dell'acqua in tale spazi aperti dipende dalla superficie dello specchio d'acqua, dall'umidità relativa dell'aria, e dalla temperatura dell'acqua.

### 1.5.3 La Vegetazione

La vegetazione svolge un ruolo importante all'interno del clima di una città, come visto prima.

Ed è sempre la vegetazione ad offrire un apporto efficace sul controllo del microclima.

Piante, arbusti e alberi sono in grado di raffrescare l'ambiente loro circostante grazie all'assorbimento delle radiazioni per dar vita al fenomeno della fotosintesi.

La vegetazione è utile a schermare una particolare parte della struttura e del terreno in modo da ridurre il guadagno solare dell'edificio per radiazione diretta e anche per radiazione riflessa; allo stesso tempo il sistema del verde crea diversi modelli di flusso d'aria, provocando piccole differenze di pressione, che possono essere utilizzate per indirizzare o deviare a proprio vantaggio la direzione del flusso d'aria.

La scelta della specie arborea deve essere strettamente legata alle caratteristiche climatiche e topologiche del luogo, in modo da poter ottenere il miglior apporto ai fini del comfort climatico.

L'effetto di raffrescamento dovuto alla presenza di vegetazione nei climi caldi e secchi deriva prevalentemente dall' evaporazione, mentre in climi caldi e umidi l'effetto ombra è più significativo.

Gli alberi possono essere usati come frangivento per proteggere gli edifici e le aree esterne, quali prati e cortili dai venti caldi e freddi.

La riduzione della velocità dietro il frangivento dipende dalla loro altezza, dalla densità della chioma e dalla forma della sezione trasversale.

### 1.5.4 La Profondità delle strade e il loro orientamento

La quantità di radiazione diretta ricevuta da un edificio è determinata dalla larghezza strada e dal suo orientamento.

La larghezza della strada, infatti, può essere più o meno ingente a seconda che la radiazione solare sia più o meno desiderabile.

Per esempio in Jaisalmer (clima caldo e secco), la maggior parte delle vie sono strette in modo da ombreggiare tra loro gli edifici riducendo così l'apporto di radiazione solare, e conseguentemente la temperatura della strada e il guadagno di calore di edifici stessi.

Alle alte latitudini dell'emisfero settentrionale, la radiazione solare giunge prevalentemente da sud, quindi la presenza di vie più ampie con direzione est-ovest possono garantire un maggior ingresso della radiazione solare nella stagione invernale.

### 1.5.5 L'aria

L'orientamento della strada è anche utile per il controllo del flusso d'aria.

Il movimento dell'aria nelle strade può essere un carattere dal valore positivo o negativo, a seconda della stagione e del clima.

Le strade possono essere orientate in modo parallelo alla direzione prevalente del vento per il libero flusso dell'aria nelle aree climatiche caratterizzate da un clima freddo.

Piccole strade o percorsi pedonali possono avere numero di giri per modulare la velocità del vento.

Il vento è auspicabile in strade caratterizzate dal clima caldo, al fine di raffreddare le persone ma anche al fine di rimuovere il calore in eccesso dalle strade stesse.

Nelle zone caratterizzate da climi caldo umidi e caldo aridi (per le zone caratterizzate dal clima caldo arido questa strategia è attuabile specialmente nelle ore notturne), il movimento dell'aria trasversale all'interno degli edifici può garantire una miglior condizione di comfort per i fruitori degli spazi.

Nelle regioni fredde, invece, la presenza di vento aumenta le perdite di calore degli edifici a causa delle infiltrazioni dell'aria fredda nell'ambiente riscaldato.

Per limitare o ridurre la presenza di vento nelle regioni fredde, le strade possono essere orientate ad un angolo normale rispetto la direzione prevalente del vento.

### 1.5.6 Gli spazi aperti e il fattore forma

La forma di un edificio e gli spazi aperti nel suo vicinato influenzano la radiazione solare che cade sulla superficie dell'edificio e il flusso d'aria presente in ed intorno ad esso.

Gli spazi aperti, come ad esempio i cortili, possono essere progettati in modo tale che la radiazione solare incidente su di loro durante il giorno possa essere riflessa sulle facciate degli edifici per aumentare il guadagno solare.

Questo è desiderabile nei climi freddi, ed è possibile se la superficie del cortile è per sua natura riflettente.

All'interno di un cortile, le condizioni di vento dipendono in primo luogo dalla proporzione tra altezza dell'edificio e larghezza cortile nella sezione lungo la linea di flusso del vento.

Un cortile può anche essere progettato per agire come dissipatori di calore.

## 2. la città di Calcutta

Dopo una lettura completa delle zone climatiche presenti sul territorio indiano, lo sguardo passa alla città di Calcutta, e alle campagne attorno a questa grande città dell'India, che fino a meno di tre secoli fa era un distretto rurale del Lower Bengal, una palude piatta di risaie intervallata da macchie di giungla con qualche villaggio sparso sulle rive del fiume Gange.

Ma è con il diciannovesimo secolo che si è inaugurata una nuova era di sviluppo per il mercato, rendendo così la città uno snodo commerciale e un centro del capitale indiano.

La regione di Calcutta era già stata concepita in questo senso nel periodo Mughal, ma è solo nel 1690 che, con il lavoro realizzato da Jobe Charnock (c. 1630–1692), considerato uno dei fondatori della città, queste potenzialità hanno trasformato i villaggi di Sutanuti, Govindapur e Kalikata in quella che viene chiamata "British Calcutta".

Il grande porto fu da subito sotto il controllo dell'inglese Compagnia delle Indie che ne fece un grande polo per importare prodotti finiti ed esportare materie prime.

Conseguentemente alla crescita degli scambi commerciali, gli inglesi apportarono anche dei miglioramenti agli altri sistemi di comunicazione, per cui Calcutta ricevette un enorme stimolo con l'apertura delle ferrovie e con lo sviluppo del sistema stradale.

La creazione e l'apertura di nuove vie di comunicazione ha portato anche a miglioramenti e ad ampliamenti nell'entroterra, che fino al 1860 contava solo Howrah, Hoogly, 24 Parganas, e una piccola parte del Bengala Orientale.

Naturalmente la crescita del porto e del commercio ha avuto come effetto collaterale quello di attirare i poveri che si sono spostati dalle aree rurali alla città in cerca di lavoro. Poiché le vie di comunicazione non permettevano loro spostamenti quotidiani, questi si riversarono in quartieri malsani, andando a vivere in condizioni sub-umane, dando così vita alle attuali baraccopoli, che si stanziano ai margini della città ma anche all'interno della stessa.



sopra : Vista di Kolkata, Book Fair

## 2.1 Capitale culturale ed economica



La seconda città dell'India per dimensioni è una celebrazione dell'esistenza umana, al contempo nobile e squallida, raffinata e disperata.

Calcutta è una metropoli ribattezzata da Kipling come "la città dell'orribile notte", ma anche "la città della gioia" agli occhi di Dominique Lapierre.

E questo dualismo si presenta in maniera costante vivendo e scoprendo questa città.

Nella sua vecchia grafia, ma anche nell'immaginario collettivo, Calcutta evoca immagini di sofferenza, ma per gli indiani è la capitale intellettuale e culturale dell'India.

Benché la povertà sia innegabile e sempre evidente, la buona società cittadina continua a frequentare i sontuosi circoli inglesi e le corse di cavalli, oltre a giocare a golf.

Le strade colpiscono per la moltitudine di mendicanti, tra i quali a spiccare per numero sono soprattutto i bambini. La tesi per la quale le deformazioni, delle quali questi sono spesso affetti siano frutto di un trattamento ricevuto nella prima infanzia per lanciare sul mercato dell'accattonaggio "investimenti" sicuri sotto forme di esseri umani così mostruosi da non poter sfuggire alla pietà collettiva, trova qui numerosi esempi da renderla verosimile.

Ma nonostante ciò vero è che in India, come scriveva anche Dino Buzzati in un reportage da Calcutta per il "Corriere della sera", mendicanti e poveri in genere non guardano al ricco con odio. Nel rapporto ricco e povero non c'è, o quantomeno, non sembra esserci né invidia, né rabbia. Non riconducono infatti ad una responsabilità personale la situazione in cui si trovano.

E questo atteggiamento ha le sue radici nella religione. I poveri credono di meritarsi la loro condizione di miseria e di fame, così

come i ricchi quella di salute e di agiatezza, e per tale motivo nessun ricco proverà imbarazzo di fronte al povero.

Calcutta, la capitale dell'imperialismo britannico, stravagante e sofisticata porta con sé un'immagine di una città più affamata di poesia che di pane, un'immagine che si va a sovrapporre a quella più desolata e tragica dell'apocalittico squallore fisico.

Il rinascimento intellettuale bengalese, nato all'inizio del XIX° secolo, guidato dal leader religioso Ram Mohan Roy, ha retto e ha dato i suoi frutti fino al giorno d'oggi. Kolkata ha dato i natali o ha ospitato l'opera del fior fiore dell'intelligenza indiana, oltre a quella di diversi premi Nobel indiani e stranieri, tra i quali si annoverano i filosofi Sri Aurobindo e Ramakrishna, il regista Satyajit Ray e il poeta Tagore. Nei primi Anni '90, l'economia della città ricomincia ad essere vitale, portandola ad una rinascita anche economica.

Dal 1977 fino ai giorni nostri, il Bengala Occidentale è stato amministrato da una coalizione di partiti comunisti di vari indirizzi ideologici, che hanno dovuto comunque accettare, e in qualche caso anche fomentare non senza polemiche e scontri, la liberalizzazione economica in atto nel resto del Paese.

Oggi la città è in rapida evoluzione, toccata da importanti investimenti privati e stranieri, e il suo aspetto sta velocemente cambiando; gli slums del romanzo di Dominique Lapierre "La città della gioia", sono stati distrutti e grandi centri commerciali hanno preso il loro posto.

Per questo motivo è sempre più frequente trovare i poveri lungo le strade del centro della città. Lussuosi edifici delle grandi compagnie indiane e delle principali multinazionali occupano ampi i quartieri; e grandi complessi commerciali monotematici stanno sorgendo un po' ovunque.



pagina accanto in alto: University of Kolkata  
pagina accanto in basso: South City Mall, Rabindrasarobar  
sotto: Central Business District di Kolkata  
vista da Maidan

## 2.2 La realtà della campagna indiana

I villaggi indiani lanciano una sfida al pensiero unico della modernità, quella di uscire dai soliti cliché sulle campagne indiane.

Uscire dalla nostalgica visione dell'India eterna e immutabile.

La realtà è infatti più severa. Il settore agricolo è cresciuto del 2,3% negli ultimi tre anni.

Un ritmo spaventosamente lento per un Paese dove ancora i due terzi della popolazione vive nelle zone rurali, dove 300 milioni di persone sono sotto il livello ufficiale di povertà.

Mentre parte dell'agricoltura indiana ha fatto un salto di produttività grazie ai macchinari e alla biogenetica, i contadini poveri sono sotto al giogo degli usurai e i suicidi per debiti sono migliaia all'anno. Chi idealizza l'India dei villaggi dimentica cosa significa per un paese agricolo la dipendenza dai monsoni.

Troppo abbondanti e violenti, i monsoni possono seminare morte e distruzione in pochi giorni; troppo scarsi, fanno crollare i raccolti e precipitano nella disperazione i contadini più poveri.

I villaggi indiani certamente rimangono nella

memoria, se non altro perché numerosissimi, mezzo milione circa in tutta l'India.

Ve ne sono di due specie: il villaggio agricolo e il villaggio che è anche bazar. I villaggi agricoli per lo più stanno a qualche distanza dalla strada. Lì si intravede in fondo a sentieri che serpeggiano tra le coltivazioni, con tetti di paglia e un po' delle pareti di fango seccato che spuntano al di sopra dei campi. Uno stagno d' acqua morta, verde e tiepida, sparse delle larghe foglie e dei bei fiori bianchi del loto, sta di solito al margine del villaggio, rispecchiando le sponde terrose e le vacche vi stanno accovacciate.

I villaggi sono estremamente puliti benché il suolo tra le case sia di terra battuta. Il villaggio bazar, il paese commerciale, è quello che si trova invece sulla strada maestra ai due lati dell'asfalto sul quale ha rovesciato tutta la sua varia e misera mercanzia.

Queste botteghe contengono di tutto, talvolta questi umili empori stanno alla confluenza di due o quattro grandi vie provinciali e allora sul vasto crocevia, è interessante osservare la vita della strada che in India ha gli aspetti familiari che si possono trovare all'interno delle mura domestiche.



sopra: campagna di Dhaki - aprile 2012, periodo antecedente ai monsoni

### 2.2.1 Il Villaggio Agricolo

Oggi si assiste ad un miglioramento della qualità della vita nelle campagne e una riduzione dell'impulso migratorio verso l'area metropolitana di Calcutta.

Questa tendenza è una conseguenza delle politiche di controllo delle nascite intraprese dal governo attraverso la distribuzione di profilattici alla popolazione.

Infatti tendenza ad avere numerosi figli, benché ancora diffusa soprattutto tra musulmani, è in forte calo, massimo 5 figli per donna con una media di 3 figli per famiglia.

L'agricoltura resta l'attività che coinvolge la maggior parte della popolazione e la maggior parte delle superfici disponibili in queste aree.

La coltura prevalente è quella del riso che grazie ad un clima favorevole ed una grande abbondanza di acqua consente fino a tre raccolti annui.

L'introduzione di sementi fornite dalle multinazionali ha portato ad un incremento rilevante della produzione, ma con un conseguente fenomeno di impoverimento del suolo dovuti probabilmente ad uno sfruttamento troppo intensivo del terreno stesso e un inquinamento delle acque, dovuto all'uso sempre più consistente di pesticidi.

Le campagne del delta del Gange sono divise in campi di dimensioni limitate e contenuti da argini o da semplici terrapieni di altezze modeste.

Una posizione sopraelevata unita alla prossimità con una coltura come quella del riso, che rimane perennemente sommersa dall'acqua, consente di incrociare un sistema di irrigazione alla protezione dagli allagamenti delle colture più delicate.

Pompe meccaniche contribuiscono a spostare l'acqua dai bacini costruiti per immagazzinare l'acqua piovana dei monsoni nelle risaie mantenendo così stabile il livello delle acque nelle risaie.

La struttura degli insediamenti è composta da abitazioni che si affacciano su ogni lato della strada; sul retro di quest'ultime sono presenti delle vasche, e oltre le vasche si trovano i campi.

Sono sempre presenti delle alberature lungo la strada e intorno alle vasche, con lo scopo primario di mitigare il calore del sole.

Le dinamiche di sviluppo del villaggio rurale hanno probabilmente matrici che vanno ricercate in ambito religioso.

Tipicamente la popolazione delle campagne di quest'area dell'India è composta infatti da una forte maggioranza Hindu.

Il villaggio risulta dunque facilmente riconoscibile perché costituito principalmente dalle tradizionali case in fango e paglia, e nei quali viene rispettato in modo estremamente rigoroso un regime di ordine e una pulizia.

Le case dei contadini solo in casi estremamente rari superano il piano terra. Si tratta di edifici compositi in cui il corpo centrale, solitamente disposto parallelamente o perpendicolarmente alla strada, costituisce l'abitazione vera e propria dotata di una veranda.

Ai lati di questo edificio ci sono uno o due magazzini/stalle, di dimensioni molto contenute.

Tradizionalmente i materiali utilizzati per le costruzioni sono mattoni di fango e tetti di paglia, anche se si stanno diffondendo velocemente materiali come le lamiere, mattoni e tegole.

Questi edifici creano un complesso a corte e sono inoltre caratterizzati da una certa permeabilità con la strada attigua dovuta alla presenza della veranda che funge da filtro.



in alto: casa in terra con copertura in paglia e patio in bambù nella campagna di Dhaki  
sotto: abitazione in terra con patio antistante nella campagna di Dhaki





in alto: villaggio agricolo nella campagna vicino a Kolkata sul delta del Gange  
in basso: campi coltivati nella campagna di Dhaki

### 2.2.2 Il Villaggio Commerciale

A seguito della guerra civile in Bangladesh un numero molto elevato di profughi Bengalesi di religione mussulmana è migrato verso queste regioni dell'India portando con se un modello di sviluppo differente da quello tradizionale.

Si è assistito ad una crescita diversa dei paesi, dovuto probabilmente dal fatto che questa "nuova popolazione", non essendo inserita nella tradizionale struttura del villaggio agricolo, per sopravvivere dovette occupare delle attività differenti come per esempio quella del commercio e dell'artigianato. Le strade acquistano maggiore importanza per cui le dimensioni aumentano per ospitare mercati, scambi di merci oltre che per accogliere mercati coperti e non.

La produzione, il commercio e i traffici di persone generano anche una maggiore quantità di rifiuti che spesso rimangono direttamente sulle strade o vengono addirittura bruciati.

L'aspetto complessivo risulta fortemente urbanizzato, non ci si limita a disporsi a fasce per risparmiare suolo, non si mantengono le alberature, ma si costruisce principalmente di edifici in mattoni, cemento, lamiera e tegole e dalle forme squadrate e sviluppati su più piani.

Ci sono moltissimi cantieri spesso ad opera di famiglie che cercano di espandersi e investono appena possono i propri risparmi.

Il risultato è un proliferare di edifici realizzati con nuovi materiali che però, se paragonati a quelli tradizionali, offrono una peggiore vivibilità degli ambienti realizzati.

La casa del commerciante è di per sé è estremamente semplice, costituita da un modulo fisso con veranda che può essere sopralzato a piacere da altri moduli identici. L'aspetto interessante di questa struttura è la sua dimensione, infatti che essa sia fatta di mattoni e cemento, fango e paglia o materiali misti, replica sempre il medesimo modulo base di 3,50 m di larghezza, 2,10 m di altezza, 9 m di profondità. In paesi come Dhaki le case possono essere costruite assemblando questi moduli o utilizzando il modulo stesso come isolato.

L'utilizzo di questa tipologia di abitazione sta andando diffondendosi anche nelle aree più rurali. Probabilmente perché è più facile da realizzare con materiali moderni, che oltre ad avere il pregio di essere più duraturi e non necessitare di grande manutenzione, rappresentano un vero e proprio status symbol.



sopra: strada principale villaggio di Dhaki

### 2.3 Il villaggio di Dhaki, l'esperienza della campagna a cento chilometri dalla città di Calcutta



Il villaggio di Dhaki si trova a circa 100 chilometri da Calcutta, vicino alla Baia del Bengala, nell'area del Delta Sundarban ed è popolato da 10.000 persone. Si tratta di un territorio prevalentemente agricolo situato nella porzione indiana del delta del Gange, e si sviluppa per un raggio di 25 km, su una superficie di circa 1400 kmq popolata da circa 150 000 abitanti.

La densità di popolazione di quest'area è di circa 107 ab. kmq, molto bassa se paragonata a quella complessiva dell'India di oltre 1000 ab. kmq.

Questo si manifesta in quanto aree prevalentemente agricole come questa bilanciano la densità di popolazione delle megalopoli che raggiungono (e superano) facilmente i 25 000 abitanti per kmq, come avviene nel caso della città di Calcutta.

Tutto il territorio è costituito da una pianura alluvionale, solcata dalle ramificazioni del fiume Gange che dà così vita a tante piccole isole. Il paesaggio, però, è fortemente antropizzato: le risaie ricoprono quasi tutta la superficie disponibile, fatta eccezione per la giungla del parco naturale del Sundarban.

Il clima del Bengala Occidentale è caratterizzato dal clima caldo umido, con le caratteristiche riportate nel capitolo 1.3.2.

Forti precipitazioni concentrate in pochi mesi l'anno, piene stagionali del Gange, influenza delle maree a causa della vicinanza con il mare, generano una costante mobilità delle acque che mettono a rischio la sicurezza delle isole (completamente prive di alture).

Per questo motivo le terre emerse sono innervate dagli argini: durante i monsoni la pianura viene quasi completamente allagata, e dunque gli argini costituiscono una posizione protetta sia per coltivare ortaggi e alberi da frutto, sia per la costruzione di strade.

Inoltre, in questo modo, si riescono a contenere le acque da utilizzare per le risaie durante la stagione secca.

La popolazione si concentra in piccoli villaggi (in media 1000 abitanti) e centri, tutti costruiti in una posizione protetta a ridosso degli argini, spesso lungo i corsi d'acqua secondari.

Le sponde dei corsi d'acqua principali sono quasi del tutto disabitate a causa dell'alternarsi di piene e maree.

Il 100% delle acque del delta del Gange è contaminato da arsenico. Successivamente ad una campagna, organizzata dal governo, atti a promuovere l'uso di acqua potabile proveniente da pozzi protetti, sono stati costruiti molti pozzi, alcuni dei quali finanziati dal governo, altri da associazioni private (come il Rotary Club) o da Organizzazioni Non Governative, che pescano ad una profondità di oltre 300 metri.

Gli abitanti vivono di allevamento ma principalmente di agricoltura. Sul territorio sono molto diffuse le coltivazioni di riso e altri cereali, che ogni mattina vengono venduti nei mercati di Calcutta.

Un'importante attività di artigianato di Dhaki è la tessitura, con motivi floreali e dai colori vivaci, di stoffe con metodi tradizionali, vendute anch'esse in città.

I centri abitati nell'area del delta del Gange devono rispondere a tre esigenze fondamentali in un paese densamente abitato con una forte domanda di generi alimentari, ricco di precipitazioni e in prossimità di un fiume:

- occupare il minore spazio possibile per non sottrarre terreno all'agricoltura
- essere al riparo dalle inondazioni
- essere facilmente raggiungibili

Per ovviare a questa necessità gli abitanti del delta del Gange concentrano gli spazi da destinare alle proprie abitazioni lungo gli argini sui quali passano le strade.

In questo modo i villaggi si trovano sempre sopra il livello delle piene, a diretto contatto con le vie di comunicazione, occupando solo spazi interstiziali tra i campi.



pagina accanto: attracco al molo di Dhaki -  
vista sul delta del Gange  
sopra: viale d'ingresso al villaggio di Dhaki

### 2.4 Le condizioni ambientali di Dhaki

Prima di analizzare le condizioni ambientali del villaggio di Dhaki è necessario definire quelle che vengono definite le coordinate geografiche di un punto. Le coordinate geografiche sono strumenti che servono a identificare univocamente la posizione di un punto sulla superficie terrestre.

Esse sono la latitudine, la longitudine e l'altitudine.

L'area oggetto di studio è situata a 21°59' 33" latitudine Nord e a 88° 31' 00" longitudine Est, e a circa 10 metri s.l.m.

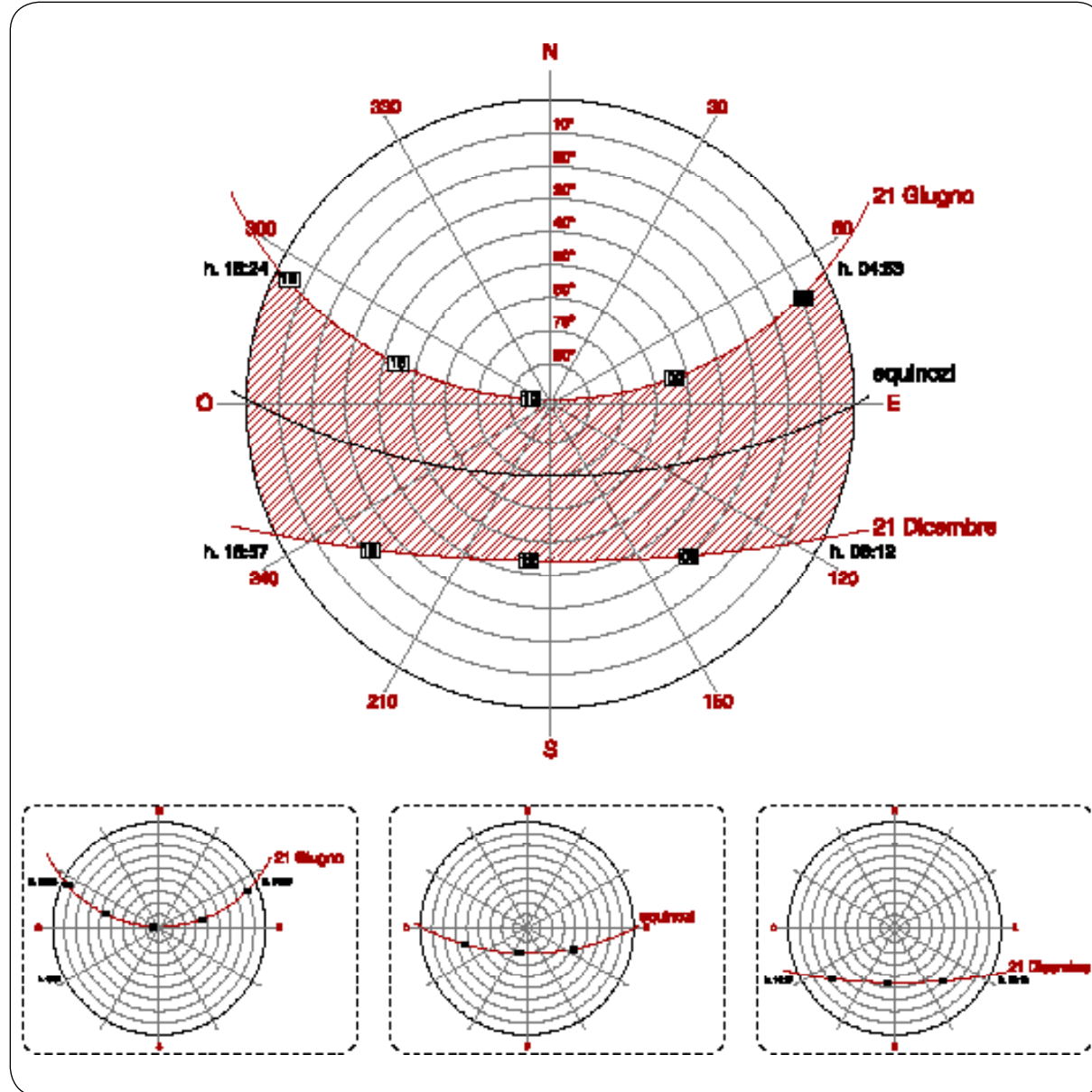
Ottenute le informazioni relative la posizione geografica del luogo, è stata redatta al carta dei percorsi solari, che rappresenta la proiezione sul piano orizzontale dei percorsi apparenti compiuti dal sole sulla volta celeste.

La proiezione dei percorsi del sole viene riportata su un reticolo composto da una serie di nove cerchi concentrici e trentacinque raggi che definiscono rispettivamente le variazioni angolari di 10° in verticale (altezza) e 10° in orizzontale (azimut).

Nella figura 2 possiamo vedere come nel periodo invernale il sole rimanga sopra l'orizzonte per un tempo inferiore rispetto a quanto accade per le giornate estive.

In inverno infatti, e più precisamente durante il solstizio di inverno, il sole sorge a sud dell'est alle ore 06:12 e tramonta a sud dell'ovest alle ore 16:57, raggiungendo un'altezza massima verso mezzogiorno attestandosi a 55° sopra l'orizzonte.

Diversamente, il giorno del solstizio d'estate il sole sorge a nord dell'est alle ore 04:53 per tramontare a nord dell'ovest alle ore 18:24 raggiungendo un'altezza solare di circa 88° verso mezzogiorno.



#### 2.4.1 La temperatura dell'aria e la velocità del vento

Per meglio analizzare le condizioni climatiche del luogo, i dati climatici in nostro possesso sono stati elaborati con l'ausilio del software Climate Consultant.

Inserendo, infatti, l'Energy Plus Weather file (file EPW) relativo alla zona di Dhaki all'interno del programma, sono state sintetizzate in grafici le informazioni relative le condizioni ambientali dell'area con l'obiettivo di evidenziare i caratteri climatici del luogo e indicare le strategie progettuali da adottare per massimizzare il comfort all'interno dell'edificio.

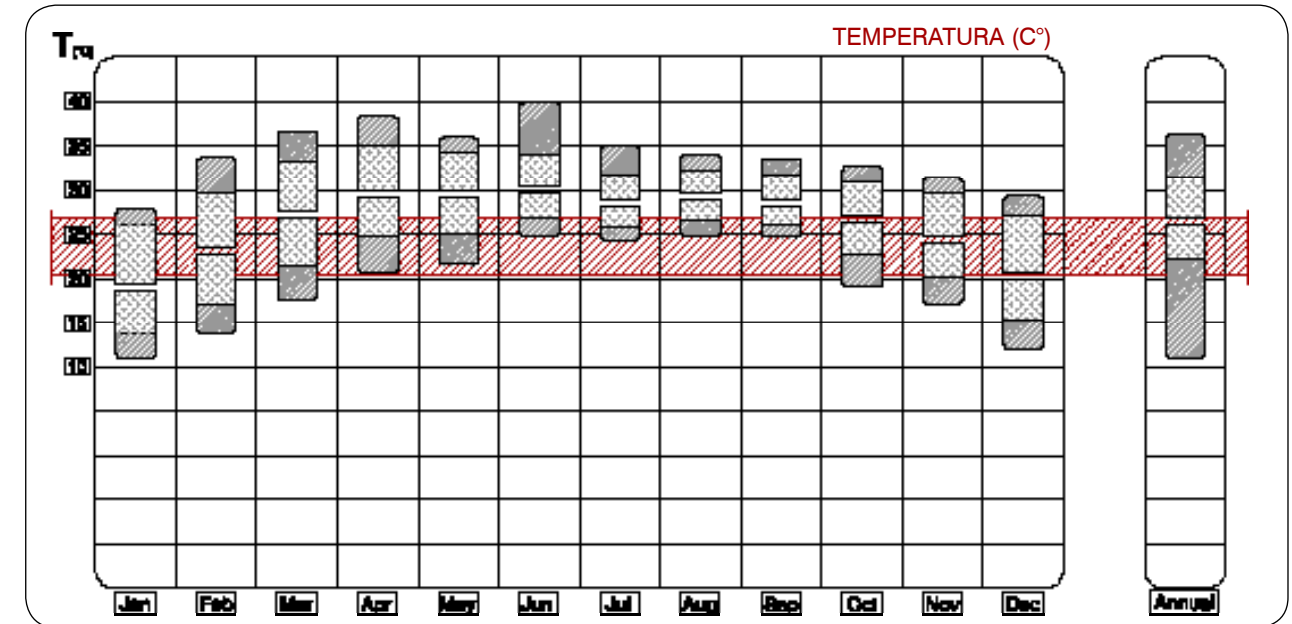
La variazione della temperatura dell'aria durante la durata di un intero anno rilevata nel villaggio di Dhaki è riportata nella figura 3.

In un determinato luogo la temperatura varia nel tempo seguendo un regime giornaliero e un regime stagionale.

Solitamente nell'emisfero boreale le temperature minime si registrano nel mese di Gennaio e le massime si registrano nel mese di Luglio. A causa dei monsoni, però, che si manifestano durante i mesi di Luglio e Settembre, il mese dove si registrano le temperature più alte è Giugno, con picchi che raggiungono i 45°C.

Nel grafico dunque vengono riportate le temperature misurate strumentalmente.

Differente è la sensazione termica provata in un luogo, in una determinata ora, con una determinata temperatura, in quanto in questo caso intervengono fattori sia di tipo fisico e sia di tipo psicologico.



a fianco: figura 2.  
rappresentazione dei percorsi solari  
sopra: figura 3.  
valutazione della temperatura dell'aria  
nell'arco di un anno solare,  
relativa al villaggio di Dhaki

E' possibile dunque parlare di temperatura equivalente facendo riferimento a quella temperatura a cui sembra di essere l'ambiente in cui ci troviamo. Questa temperatura è influenzata dalla temperatura dell'aria, dalla temperatura radiante, dall'umidità e dalla velocità dell'aria.

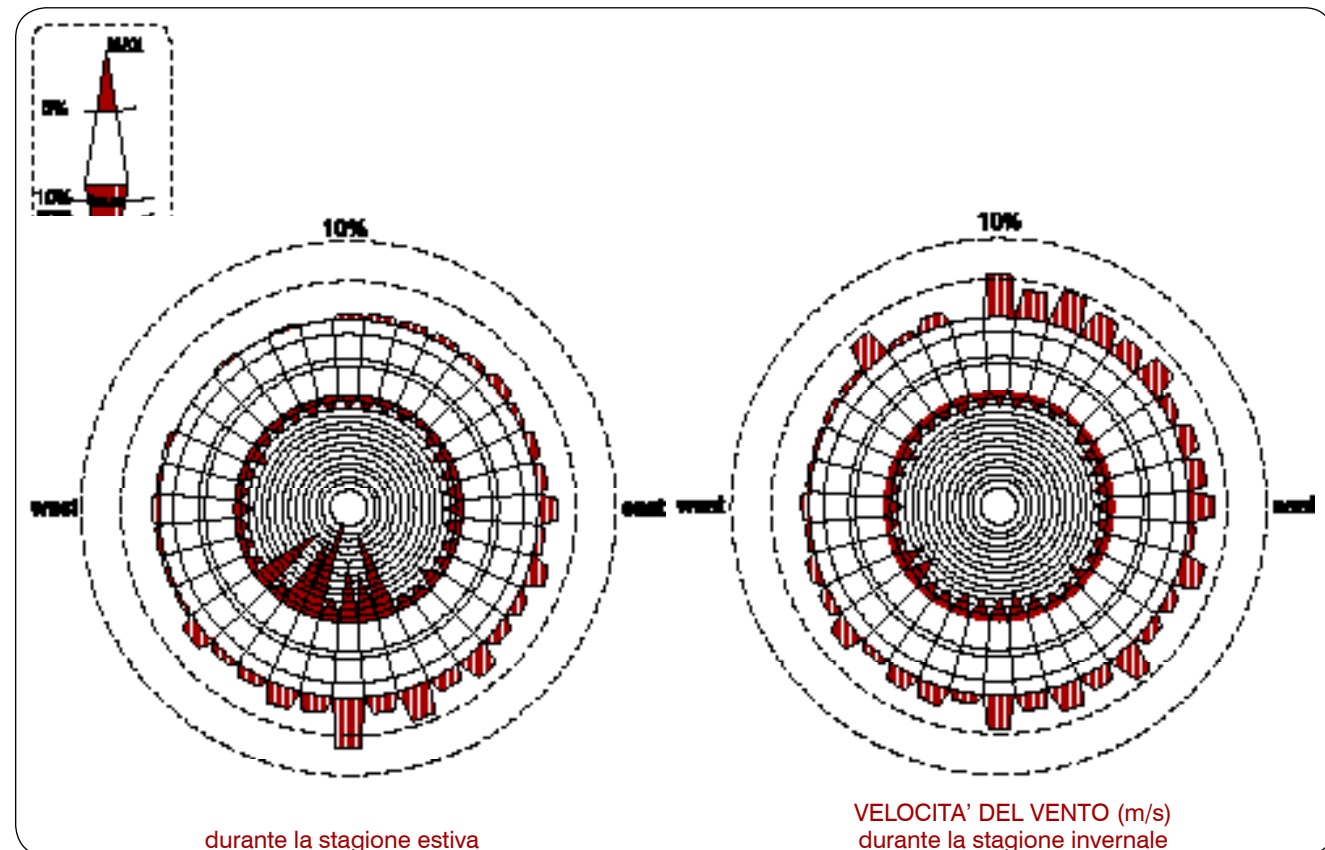
La velocità dell'aria, come qui sopra indicato, determina la sensazione di calore percepita da un individuo in un luogo.

Pertanto attraverso la rappresentazione di due rose dei venti (una per il periodo estivo e una per il periodo invernale) sono state descritte in maniera sintetica le caratteristiche del vento presente nell'area: provenienza, frequenza e velocità, oltre alla frequenza di

calma in cui la velocità dell'aria in movimento raggiunge il livello della cosiddetta aria ferma.

La velocità del vento è misurata in m/s, la direzione viene definita in funzione dei quattro punti cardinali, e la frequenza viene indicata in termini percentuali.

E' possibile dunque osservare nella figura 4. come durante la stagione estiva vi sia una sensibile brezza proveniente da sud, sud est, mentre nella stagione invernale non vi sono venti dominanti, ma vi sono brezze che soffiano in direzione nord da sud e viceversa.



sopra: figura 4.  
rappresentazione della velocità dell'aria durante la stagione estiva e durante la stagione invernale

#### 2.4.2 I diagrammi bioclimatici

Sempre attraverso l'utilizzo del software Climate Consultant è stato possibile redigere i diagrammi bioclimatici caratteristici dell'area.

I diagrammi bioclimatici mettono in relazione le condizioni termoigrometriche (relative dunque alla temperatura e al livello di umidità presente nell'aria) con la sensazione di comfort.

Con i questi diagrammi è possibile confrontare le condizioni ambientali in una determinata località con quelle giudicate mediamente confortevoli nel periodo estivo e nel periodo invernale.

“Il comfort termico è una condizione mentale in cui una persona esprime soddisfazione per l'ambiente termico in cui si trova” (ASHRAE -American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers- standard 55 2004).

Secondo J. F. Nicol e M.A. Humphreys, il range della temperatura di comfort termico (Tc) per un particolare luogo in una particolare posizione aiuta nel valutare le esigenze di riscaldamento e raffrescamento di un luogo.

Solitamente la soglia di comfort termico per la stagione invernale in India viene considerata come 21,8 °C e 27,2 °C per la stagione estiva.

Poiché però non vi è ancora un'attenzione al comfort climatico, questi standard di comfort non sono definiti dai Codici Indiani.

Pertanto Per tutti i tipi di clima e di costruzione, il National Building Code of India suggerisce l'uso di due ristretti intervalli di temperatura: estate (23-26 °C) e l'inverno (21-23 °C), (BEE, 2005).

##### 2.4.2.1 Il diagramma bioclimatico di Givoni

Definita dunque la zona di comfort termico della penisola indiana, e dunque conseguentemente del villaggio di Dhaki, il diagramma bioclimatico di Givoni, generato dal programma, riporta su un abaco psicrometrico i campi di variazione del comfort termico al variare delle condizioni di temperatura e di umidità (variabili termoigrometriche).

Così come è avvenuto per l'analisi della velocità dell'aria, anche in questo caso sono stati redatti due diagrammi, uno per la stagione estiva e uno per la stagione invernale.

Nella figura 5. viene riportato il diagramma base con l'indicazione della zona di comfort nel periodo estivo, senza alcuna strategia specifica di controllo adottata.

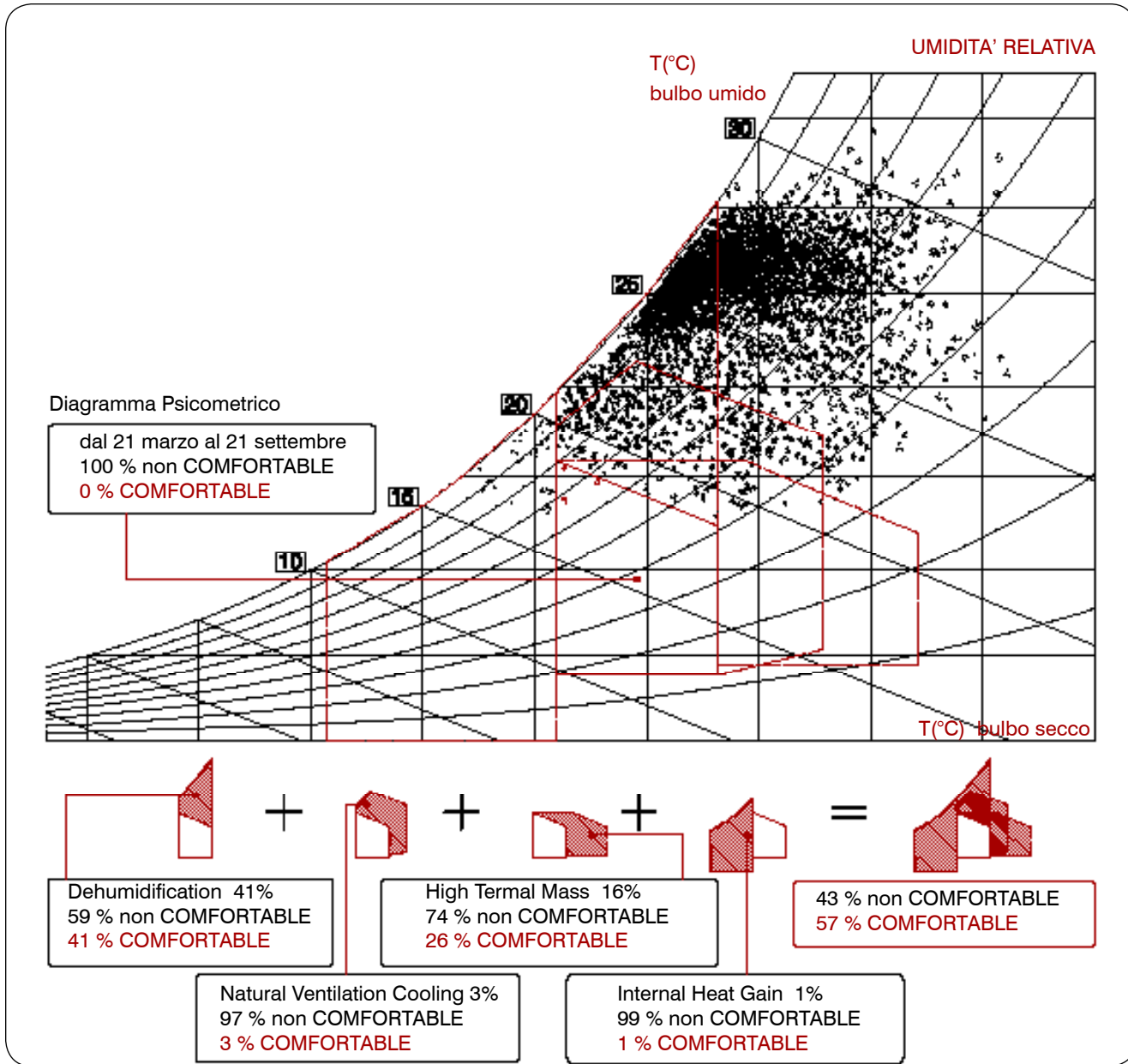
Il comfort, come si può vedere, è pari allo 0%.

E' necessario, dunque, ampliare la zona di comfort adottando strategie quali la deumidificazione, la ventilazione naturale (attraverso una velocità dell'aria pari a 1 m/s, velocità massima ammissibile in spazi confinati per attività normali), l'aumento della massa termica (smorzando in questo modo le variazioni giornaliere della temperatura), e il guadagno di calore interno.

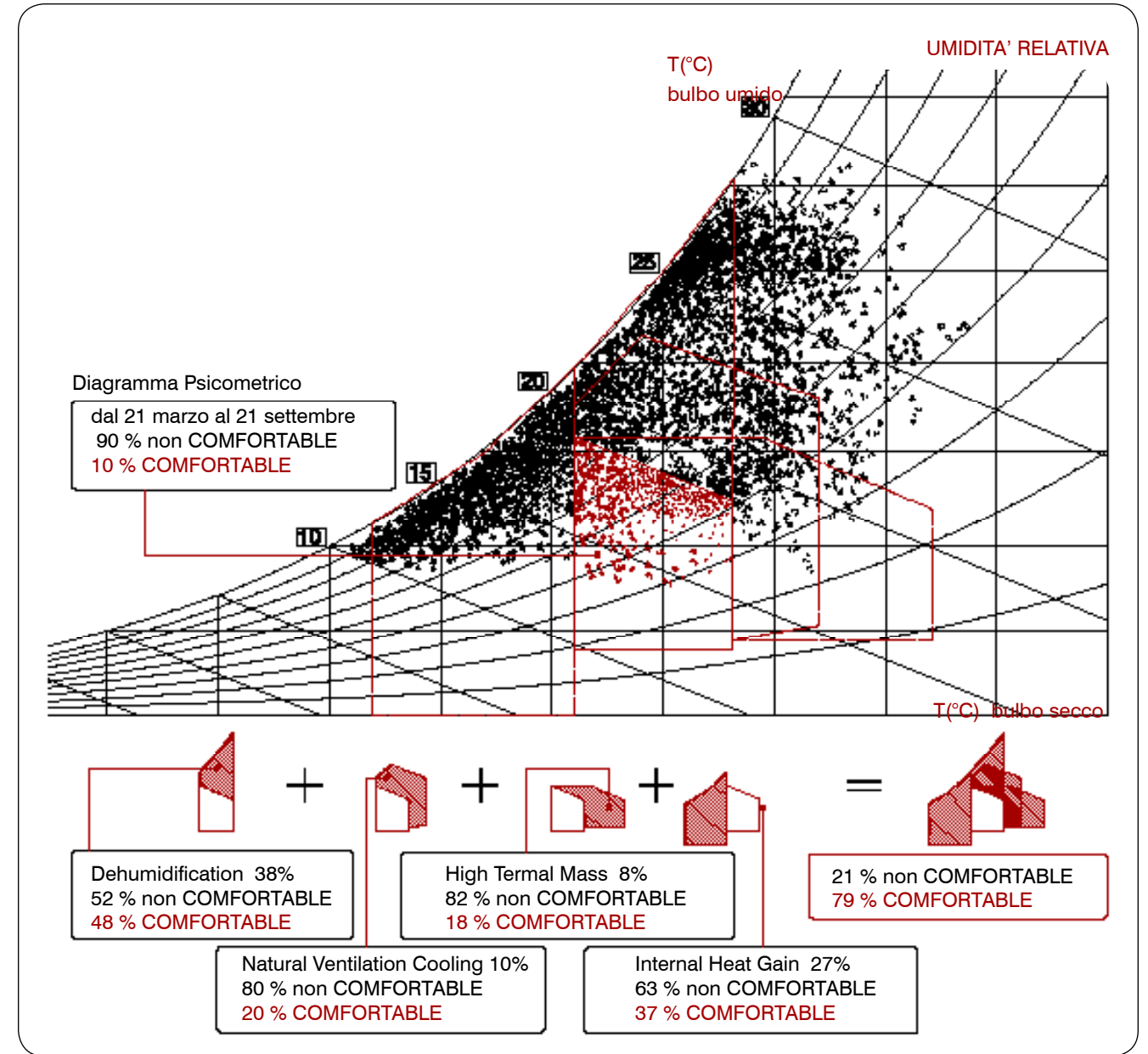
Nella figura 6., invece, viene riportato il diagramma base con l'indicazione della zona di comfort nel periodo invernale.

L'area di comfort è pari al 10%.

Ampliando però, come visto prima, la zona di comfort attuando strategie mirate alla riduzione e al controllo dell'umidità, all'utilizzo della ventilazione naturale, all'aumento della massa termica e al guadagno interno di calore si raggiunge un livello di comfort pari al 79%.



sopra: figura 5.  
diagramma bioclimatico di Givoni con evidenziata l'area di comfort e le strategie progettuali da attuare al fine di ampliare queste aree durante la stagione estiva



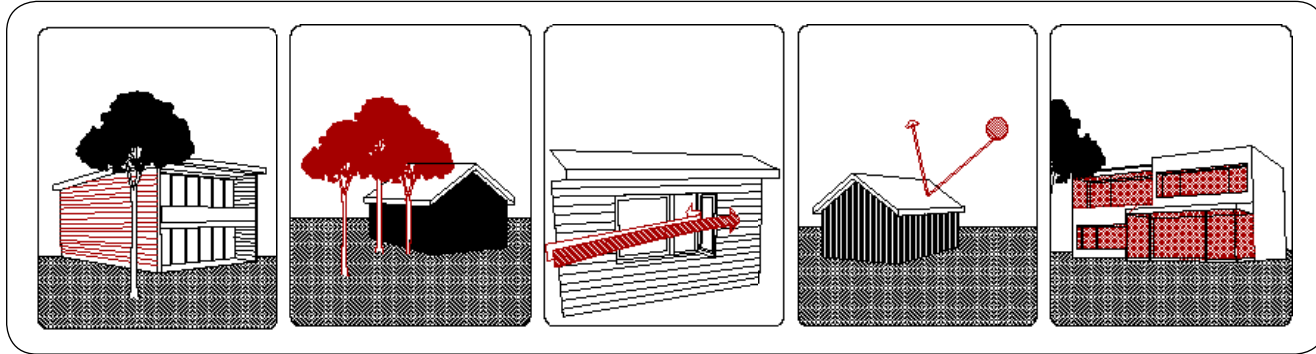
sopra: figura 6.  
diagramma bioclimatico di Givoni con evidenziata l'area di comfort e le strategie progettuali da attuare al fine di ampliare queste aree durante la stagione invernale

Attuare queste strategie, sia per quanto riguarda la stagione estiva, sia per quanto riguarda la stagione invernale, significa porre attenzione alla progettazione dell'edificio nell'area scelta ricorrendo a strategie progettuali atte a garantire i livelli di comfort massimi sopra indicati.

E pertanto, nella stagione estiva sarà auspicabile ridurre la presenza di aperture esposte ad ovest e schermare queste superfici attraverso una progettazione corretta della vegetazione.

Bisognerà progettare le aperture in modo da favorire il passaggio della ventilazione presente sul sito, riducendo, o anche eliminando del tutto, l'utilizzo dell'aria condizionata; bisognerà utilizzare materiali da costruzione per la copertura e per l'involucro edilizio dai colori neutri in modo da minimizzare l'apporto di calore derivante dalle superfici esterne; e bisognerà anteporre agli spazi del progetto degli spazi filtro, quali patii coperti e ventilati, al fine di provvedere al mantenimento del comfort interno all'edificio.

#### STRATEGIE STAGIONE ESTIVA



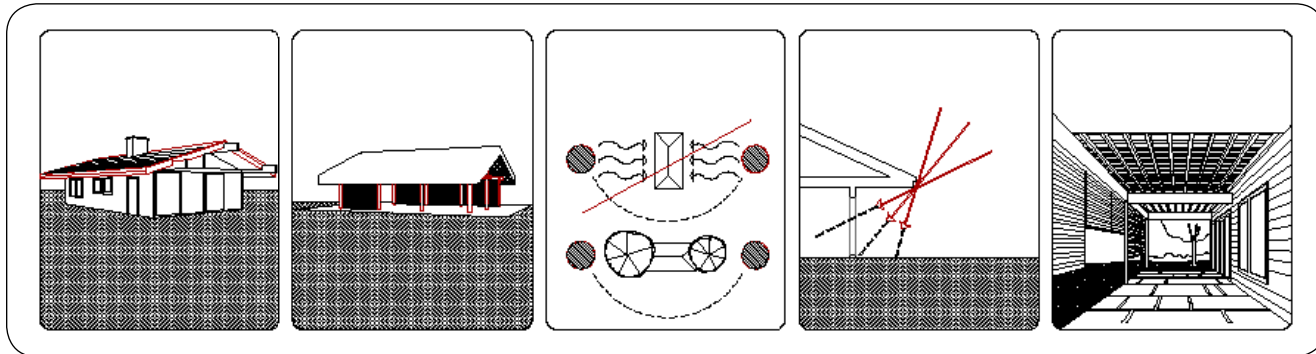
Nella stagione invernale, invece, l'attenzione verrà posta sulla progettazione delle coperture al fine di regolare l'ingresso della radiazione solare all'interno dell'edificio, in modo da ridurre, o eliminare totalmente, il consumo di energia per l'utilizzo dell'aria condizionata.

Sarà inoltre auspicabile massimizzare l'esposizione delle facciate a nord e a sud in quanto più facilmente schermabili, e la presenza

di patii e sistemi coperti come spazi filtro tra l'ambiente interno ed esterno.

Queste strategie (talvolta risultate equivalenti sia per la condizione estiva, sia per quella invernale) sono state tenute in considerazione all'interno del progetto proposto, al fine di garantire le migliori condizioni climatiche e di comfort termico all'interno dell'edificio della scuola, e all'interno dell'ostello.

#### STRATEGIE STAGIONE INVERNALE



La consapevolezza della disponibilità delle risorse locali, e dunque il loro possibile utilizzo nelle costruzioni di qualunque genere, deve essere alla base delle scelte architettoniche compiute dal progettista.

Così come l'accento è stato posto nel primo capitolo sull'attenzione alla condizione climatica di un luogo, allo stesso modo ora si vuole porre l'attenzione sulle risorse materiali presenti nel territorio oggetto della nostra indagine, in quanto area in cui verrà realizzata la nostra proposta progettuale.

Questa attenzione, però, si scontra con le tecniche costruttive e con i materiali utilizzati dall'associazione indiana sul territorio.



sopra: cantiere in prossimità della sede della clinica Indoor di IIMC nella città di Calcutta

### 3. la valorizzazione delle risorse locali

### 3.1 Gli edifici progettati dall' Institute for Indian Mother and Child

L'associazione non governativa Institute for Indian Mother and Child opera principalmente nel territorio del West Bengal, più precisamente nell'area rurale a sud della città di Calcutta, dal 1988 –anno in cui il direttore, il dottor Sujit Brahmochari Kumar Mandal, fondò l'associazione- , con l'obiettivo di migliorare le condizioni di salute delle madri e dei bambini indiani, promuovendo anche la comunicazione e la solidarietà internazionale.

Con gli anni questa associazione ha dato vita a Medical Programs, Health Education and Health Promotion Programs, Network Programs, progetti integrati di sviluppo rurale e attività di Finance Banking Program per favorire lo sviluppo economico delle donne e per favorire numerosi programmi di sviluppo agricolo.

A questi molteplici progetti sono dunque associati altrettanti edifici all'interno dei quali queste attività riescono a prendere vita.

Ad oggi, infatti, l'associazione ha costruito cinque cliniche ospedaliere, sei banche per il microcredito e ventitre scuole.

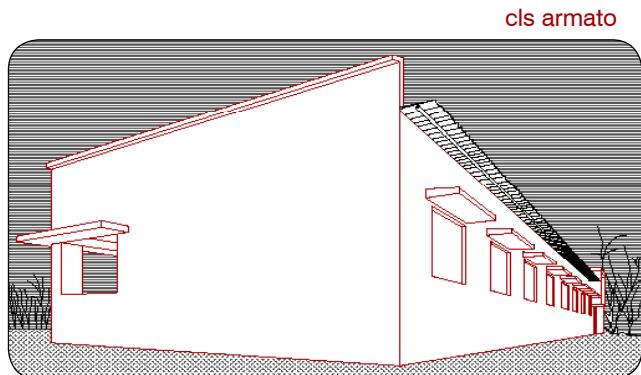
I caratteri costruttivi di questi edifici sono i medesimi: l'involucro edilizio è formato da una struttura portante in cemento armato tamponata in laterizio, poggiata su una fondazione caratterizzata dalla presenza di travi rovesce, con una copertura in laterocemento sorretta da elementi metallici.

Questi materiali vengono considerati emblema del progresso tecnologico, un progresso che vuole essere sottolineato specialmente nelle aree rurali, dove questi materiali non sono utilizzati e conosciuti a causa della distanza dei villaggi dalla realtà della città.

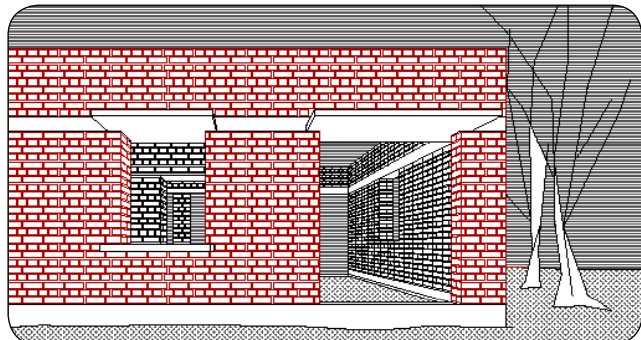
Per quanto riguarda il fattore forma, affrontato nel capitolo precedente, non vi è una variazione della forma dell'edificio in funzione della topografia del luogo, così come non vi sono accorgimenti strutturali.

Queste mancanze si ripercuotono sugli edifici, che siano poli scolastici, ospedali o banche, provocando fenomeni di degrado dovuti ad un uso scorretto delle tecniche costruttive, e ad una mancata progettazione climatica dell'edificio.

Fenomeni di distacco degli intonaci, di fessurazione e di rottura sono presenze costanti sugli edifici realizzati dall'associazione, come si può vedere nelle schede riportate nelle pagine seguenti.



cls armato

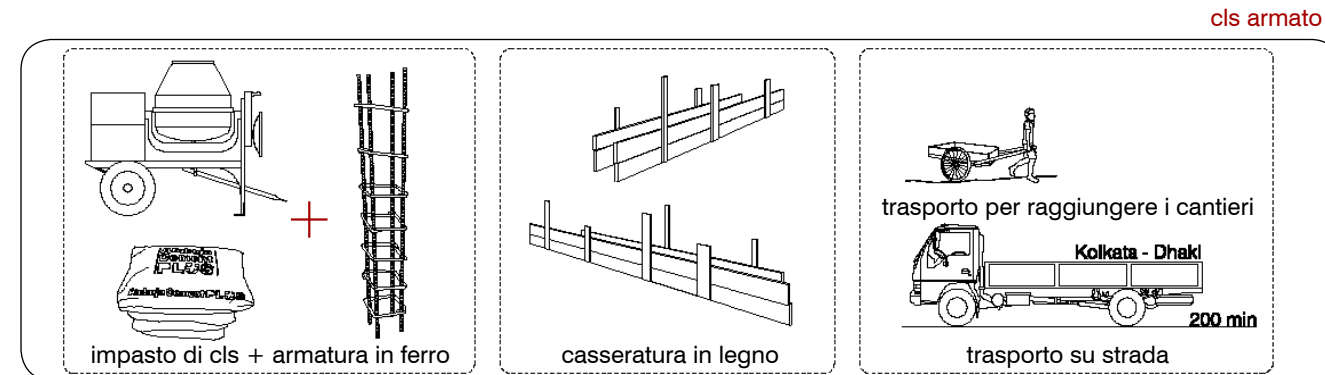


mattoni

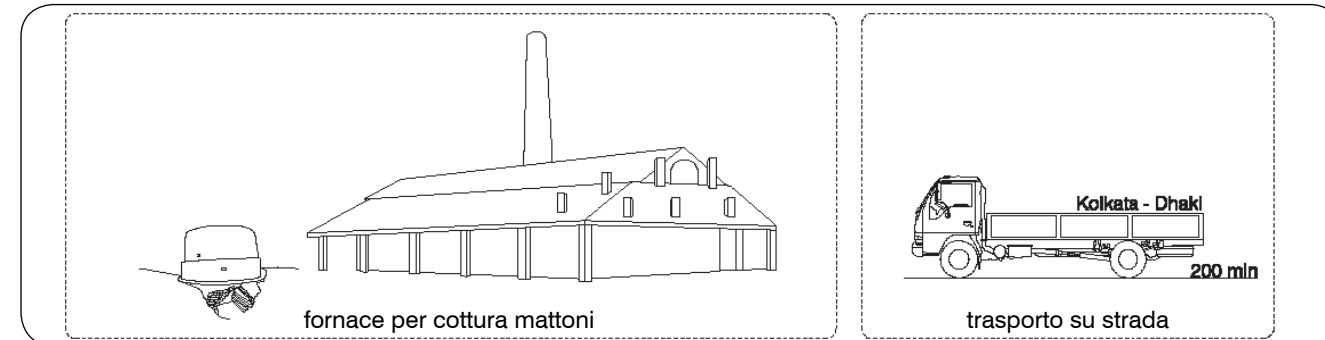


pannelli fibricemento e lamiera ondulata

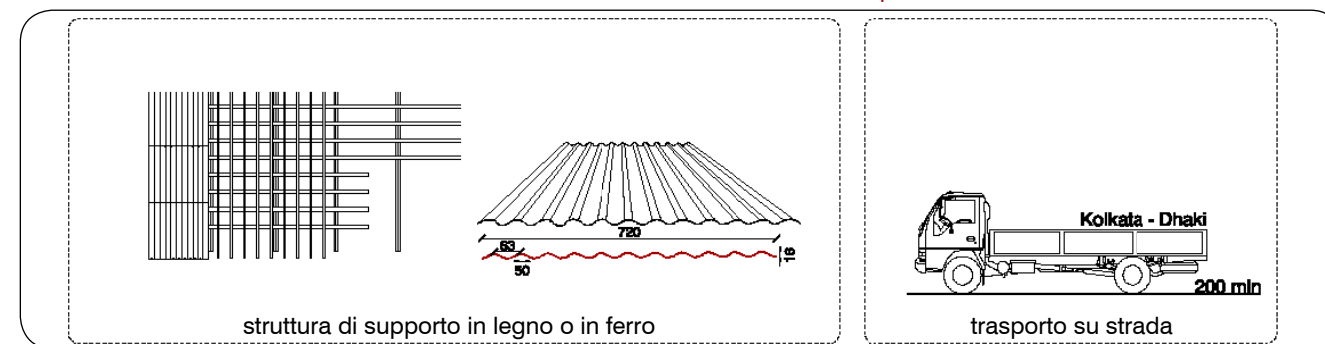
in alto: scuola di Nagendrapur, in costruzione  
al centro: nuova banca del microcredito, in costruzione  
in basso: scuola di Prasadpur



cls armato



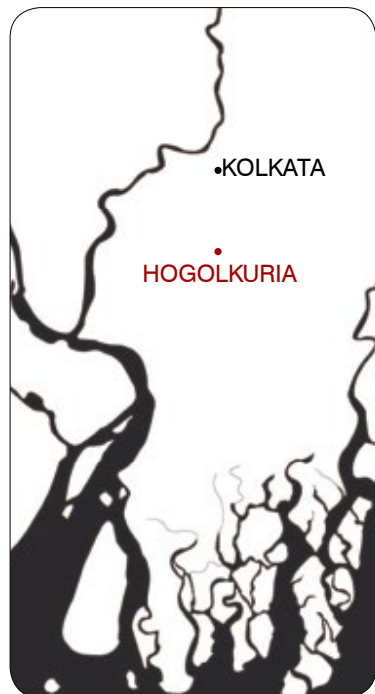
mattoni



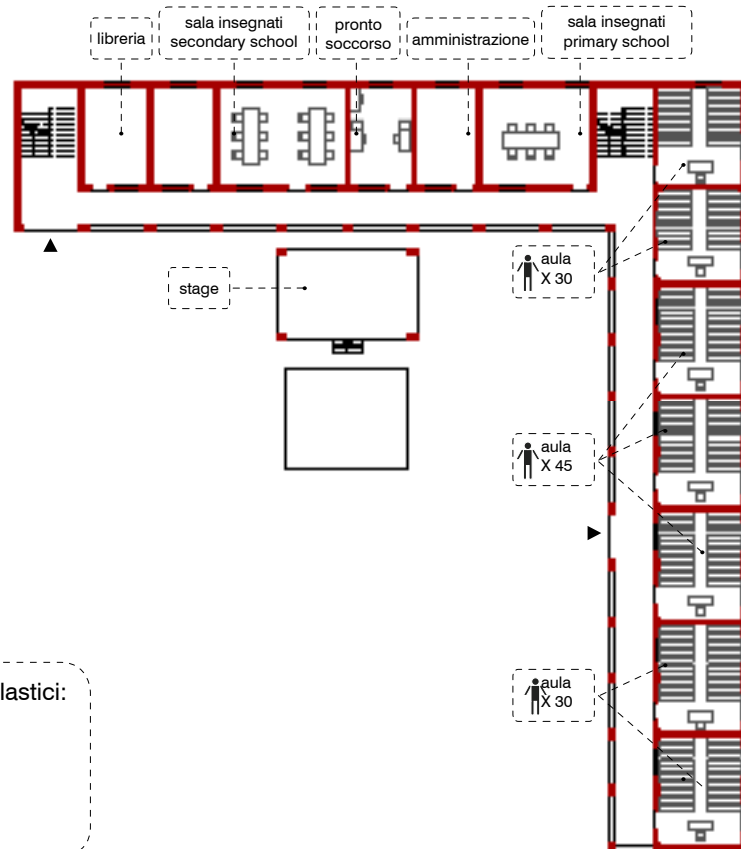
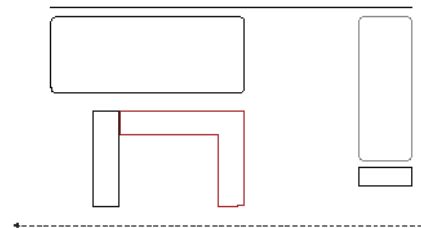
pannelli fibricemento eo lamiera ondulata



# 1. HOGOLKURIA Primary and Secondary school



anno di costruzione: 1997  
 materiali utilizzati: mattoni,  
 cemento armato,intonaco  
 Nr. piani: 02  
 impianto elettrico: presente  
 orari: 9:30 - 15:30



L'edificio scolastico di Hogolkuria s'inserisce con un impianto a corte all'interno di un coplesso comprensivo di microcredit bank e outdoor clinic.

Il sistema costruttivo utilizzato è quello tipico di IIMC, ovvero telaio in calcestruzzo armato tamponato in mattoni con finitura ad intonaco.

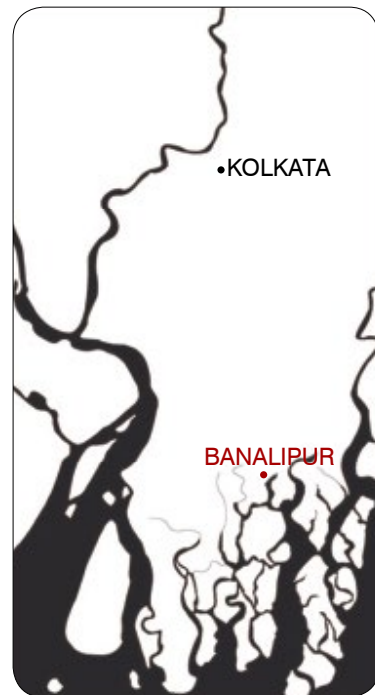
La scuola viene utilizzata per ospitare due cicli scolastici:  
 Primary school 9.30 : 11.00  
 alunni 7-11 anni  
 Primary school 11.30 : 15.30  
 alunni 11-14 anni



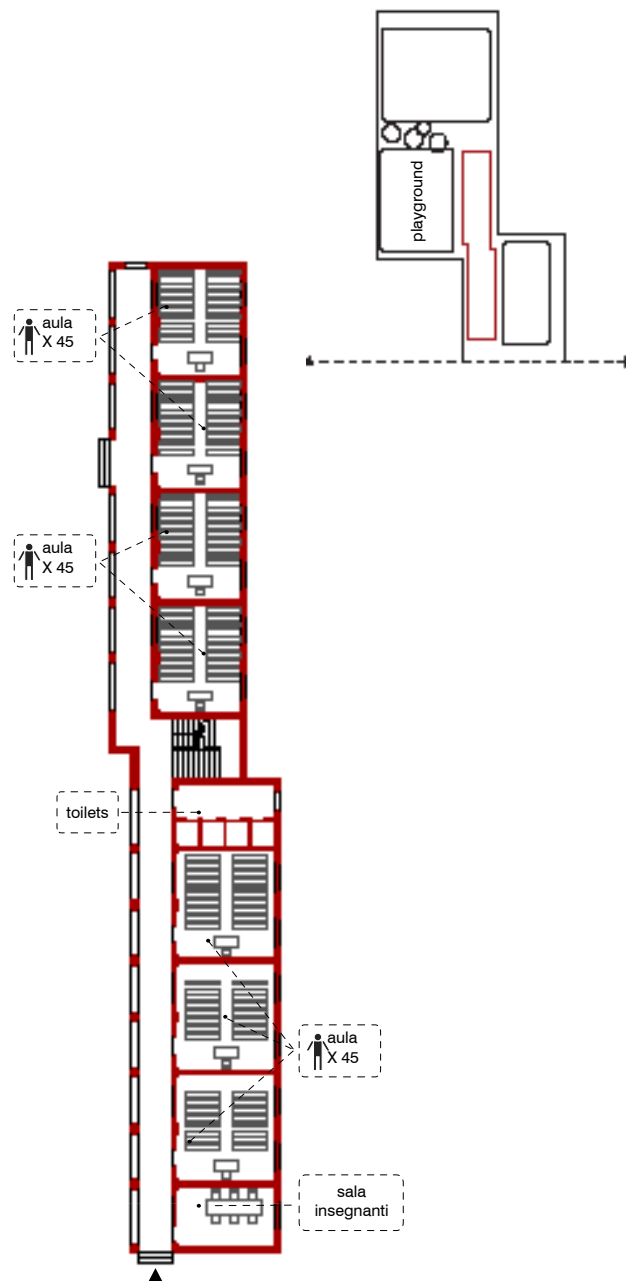
in alto sinistra: aula per 30 alunni  
 in basso sinistra: la fence in calcestruzzo armato e mattoni circonda l'intero complesso

in alto destra: prospetto est  
 al centro: vista sulla corte-prospetto sud  
 in basso destra: ingresso scuola-fronte strada

## 2. BANAMALIPUR Pre Primary and Primary school



anno di costruzione: 1998  
 ampliamento: 2011  
 materiali utilizzati: mattoni,  
 cemento armato,intonaco  
 Nr. piani: 01  
 impianto elettrico: presente  
 orari: 7:00 - 15:00



La scuola di Banamalipur ha un impianto a stecca in cui la distribuzione dei locali avviene tramite il tipico porticato antistante.

Il blocco dei bagni risulta il punto di cesura tra la parte originaria e quella più recente.

Quest'ultima prosegue in modo lineare l'andamento dell'edificio, aprendolo ad una zona playground.

La scuola viene utilizzata per ospitare due cicli scolastici:

Pre Primary school 7.30 : 10.30

alunni 5-7 anni

Primary school 11.00 : 15.00

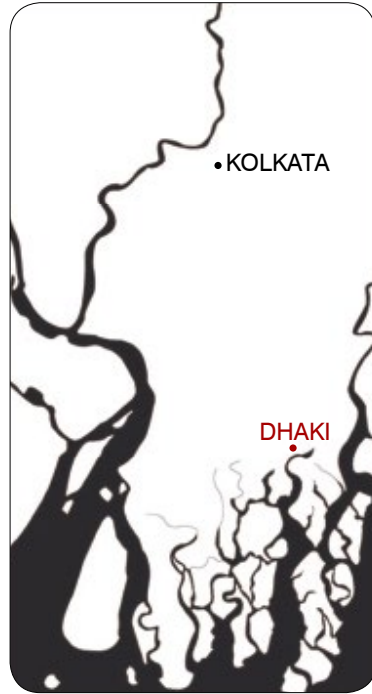
alunni 7-11 anni



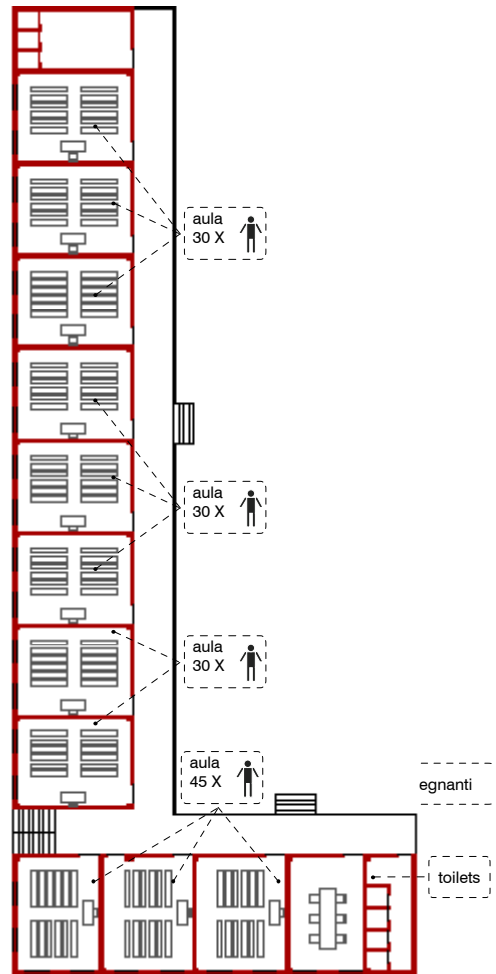
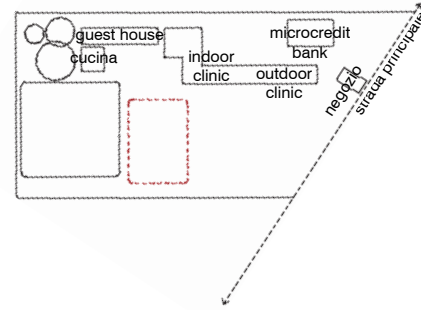
in alto: nuovo prospetto verso il playground  
 in basso sinistra: passaggio esterno

in basso destra: porticato per la distribuzione delle aule

### 3. DHAKI Progetto Primary school



anno di costruzione: in programma  
 materiali previsti: mattoni,  
 cemento armato,intonaco  
 Nr. piani: 01  
 impianto elettrico: previsto



Per la sede di Dhaki IIMC ha in previsione l'inserimento di una polo scolastico nell'area antistante le cliniche.

Il progetto concerne la realizzazione di una scuola con impianto ad L, la cui struttura risulta affine a quella di tutte le altre costruite dall'associazione, ovvero sistema portante in calcestruzzo armato tamponato in mattoni con finitura ad intonaco e copertura in pannelli di fibrocemento.



in alto: vista complessiva dell'area di progetto

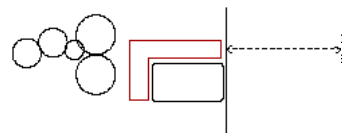
al centro: vista dell'area di progetto dall'ingresso  
 in basso: vista dell'area dall'alto



#### 4. NAGENDRAPUR Progetto Primary school

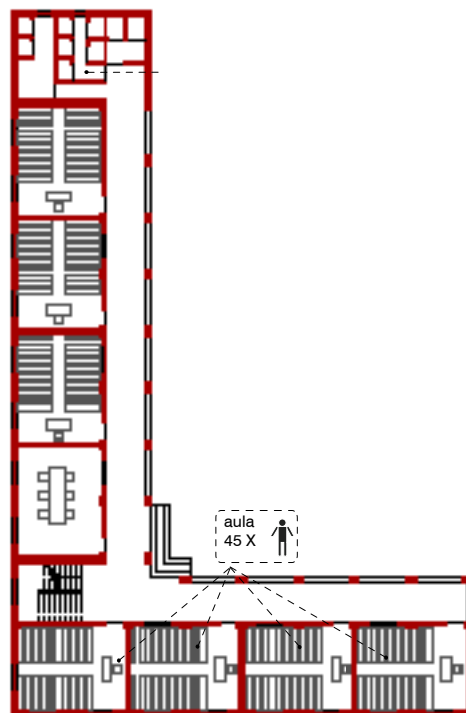


anno di costruzione: in costruzione  
 materiali utilizzati: mattoni,  
 cemento armato,intonaco  
 Nr. piani: 01  
 impianto elettrico: previsto



La scuola di Nagendrapur si presenterà con un impianto ad L monopiano. Ma come la maggior parte degli edifici costruiti da IIMC, le strutture ad un solo piano combinano una serie di condizioni tali per cui sia poi facilmente addizionabile un ulteriore livello.

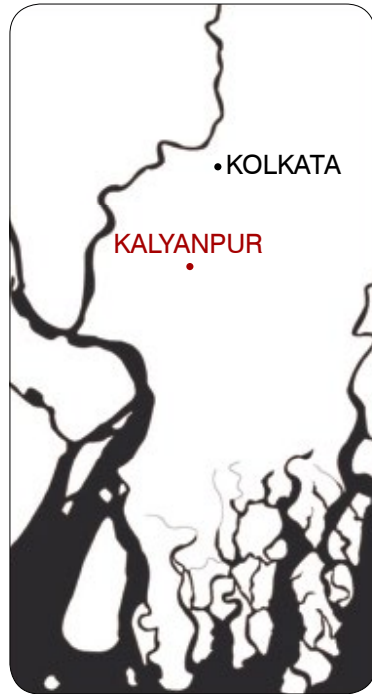
Questo infatti è reso possibile sia dal fatto che viene sempre previsto fin dall'inizio un corpo scala, che poi potrà diventare l'elemento di connessione con l'aggiunta, sia dal fatto che la copertura piana potrà esser facilmente convertita in solaio interpiano.



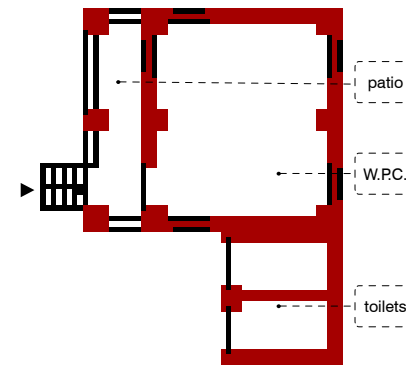
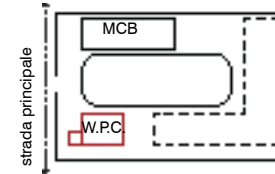
in alto: prospetto principale  
 in basso a sinistra: vista corpo scala e corridoio distributivo

in basso a destra: ponte che connette la scuola con il villaggio

## 5. KALYANPUR Woman Peace Council



anno di costruzione: in costruzione  
 materiali utilizzati: mattoni,  
 cemento armato, intonaco  
 Nr. piani: 02  
 impianto elettrico: previsto



Gli incontri del Woman Peace Council hanno una cadenza mensile e raccolgono dalle 40 alle 50 donne, per questo motivo solitamente i consigli vengono ospitati in edifici adibiti anche ad altre funzioni, solo raramente hanno degli spazi prettamente dedicati.

Quando questo avviene, le strutture preposte a tale funzione sono generalmente costituite da una sala per riunioni con il tipico patio antistante, a cui viene annessa un corpo servizi.

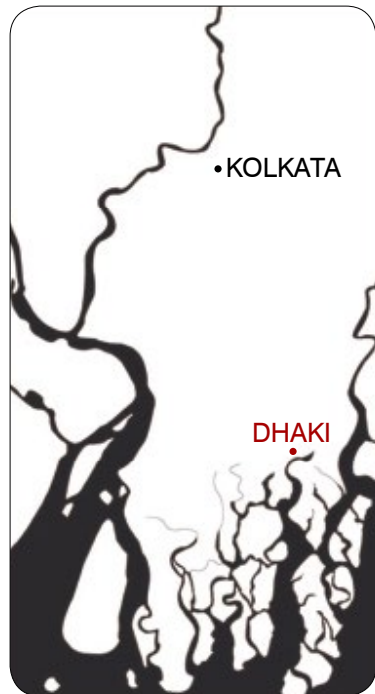


in alto: vista dalla banca del microcredito

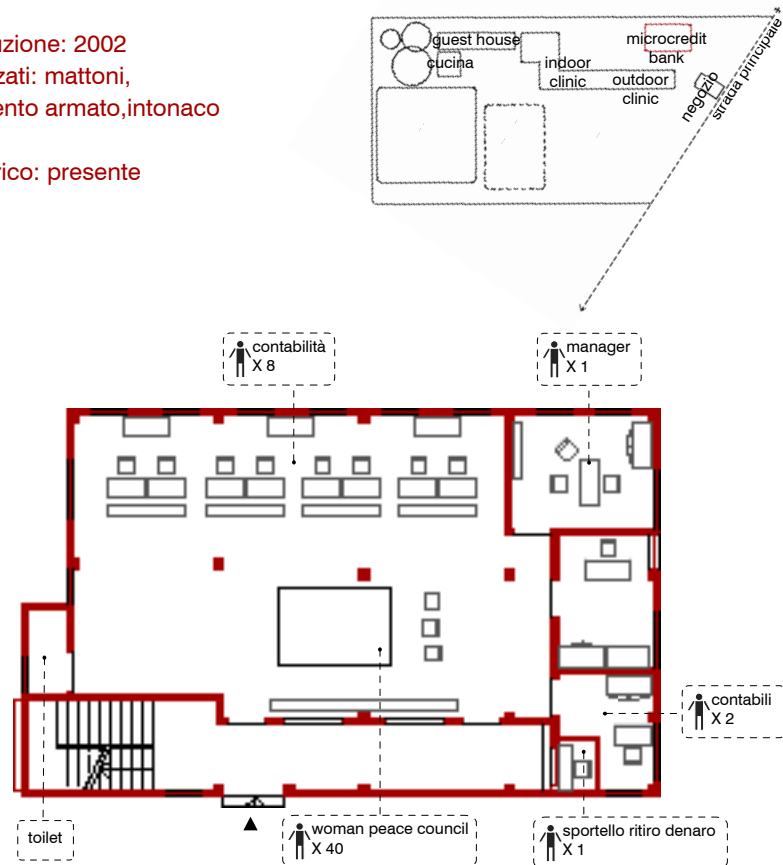
in basso: vista dell'area - W.P.C. e cantiere della banca del microcredito



## 6. DHAKI Microcredit Bank



anno di costruzione: 2002  
 materiali utilizzati: mattoni,  
 cemento armato,intonaco  
 Nr. piani: 01  
 impianto elettrico: presente



Le banche di microcredito costruite da IIMC presentano tutte la medesima conformazione a forma rettangolare con tetto piano ad uno o massimo due piani. Anche quella di Dhaki non esula da questa tipologia.

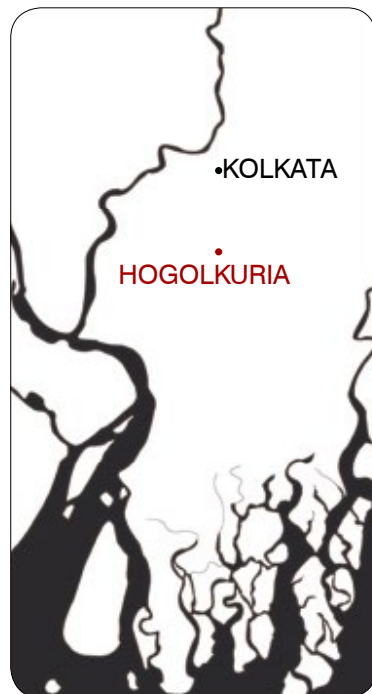
La tecnologia costruttiva utilizzata risulta essere la medesima prevista per ogni edificio dell'associazione, ovvero struttura portante in calcestruzzo armato tamponata da mattoni e calce, con finitura ad intonaco.



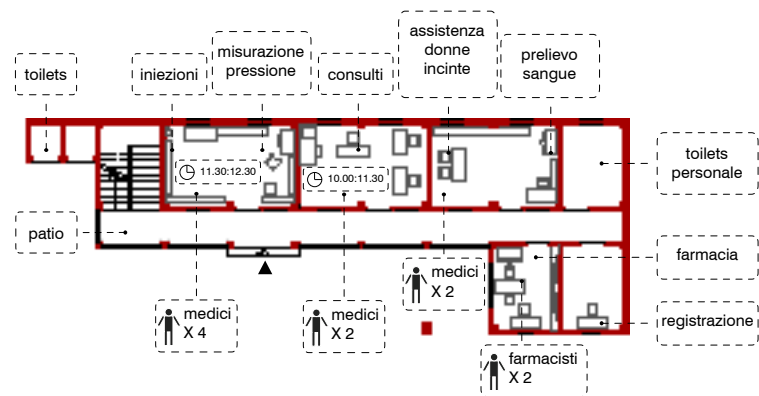
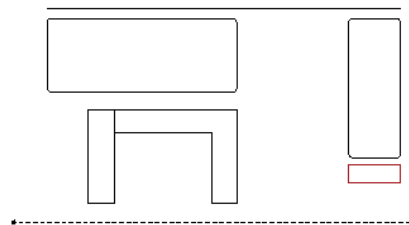
in alto a sinistra: donne in coda allo sportello contabilità

in alto a destra: ingresso e prospetto principale  
 in basso: vista della M.C.B. dall'ingresso all'area

## 7. HOGOLKURIA Sub Center Clinic



anno di costruzione: 1997  
 materiali utilizzati: mattoni,  
 cemento armato,intonaco  
 Nr. piani: 01  
 impianto elettrico: presente  
 orari: 9:30 - 13:30



09.30 : 10.00 registrazione pazienti  
 10.00 : 11.30 consulto medico  
 11.30 : 12.30 somministrazione cura da parte delle infermiere  
 12.30 : 13.30 compravendita farmaci presso la farmacia

Le cliniche di IIMC presentano generalmente il medesimo layout, in cui il punto critico risulta sempre quello che concerne l'area di attesa e smistamento pazienti.

Le zone adibite a tali funzioni sono infatti quelle dei corridoi o dell'ingresso e, data la grande affluenza, questi spazi si congestionano subito. In questo modo si creano sia disagi per la fruizione, che per lo svolgimento stesso del servizio.



in alto: postazione misurazione pressione

in basso: vista della clinica dall'ingresso all'area

### 3.2 La tradizione dei villaggi agricoli

Attraverso la conoscenza del luogo e delle risorse in esso presenti, il progettista deve essere in grado di proporre nuove soluzioni nell'ottica di ottenere un'innovazione del prodotto, un modo "altro" di utilizzare i materiali della costruzione, con lo scopo di contribuire, con le conoscenze a disposizione, al miglioramento della qualità della vita locale secondo principi che tutelino quelli che saranno i fruitori degli spazi progettati.

Nel contesto rurale del villaggio di Dhaki le risorse materiali, che possono con processi più o meno semplici diventare prodotti edilizi, sono: la terra, il bambù e la paglia.

La terra è il materiale più usato per costruire edifici, e la disponibilità

di questo materiale in quest'area in prossimità del delta del Gange è sicuramente molto alta. Si tratta di un'ottima risorsa a costo pressoché nullo.

La terra viene usata per produrre mattoni, adobe, che poi possono venir cotti nelle fornaci presenti nelle aree agricole; viene costipata in casseformi per la realizzazione di muri spessi, pisè, o può venir mescolata alla paglia per realizzare pareti murarie caratterizzate dalla commistione di questi due materiali.

Il patrimonio edilizio realizzato in terra cruda in tante diverse parti del mondo testimonia le molteplici potenzialità di questo materiale e dimostra come, se si tiene conto di accorgimenti specifici e si prevedono le necessarie opere di manutenzione, la terra è un ottimo materiale per l'edilizia.



a sinistra: diverse tipologie di fornaci per mattoni  
a destra: esempio di tipica fornace per mattoni presente nei villaggi indiani



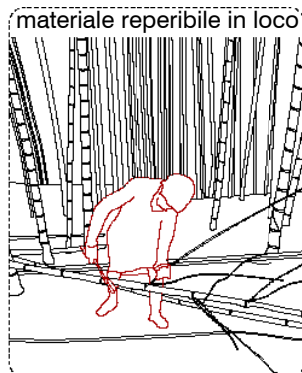
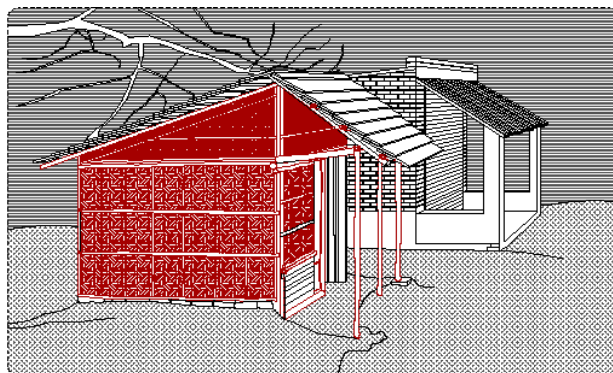
a sinistra: case in terra nelle campagne di Dhaki  
a destra: case in terra nel villaggio di Nagendrapur



Il bambù, invece, chiamato "il legno dei poveri" in India, ha ottime prestazioni fisiche, e viene utilizzato sia per la realizzazione di strutture portanti, sia per la realizzazione di involucri edilizi autoportanti o di tamponamento.

Tutt'oggi il ruolo giocato da questa pianta è fondamentale: centinaia di milioni di persone in tutto il mondo vivono in case di bambù. Esso è utilizzato per la formazione di pilastri, di solai, di capriate, di muri perimetrali, di pareti interne e di molti arredi presenti all'interno degli edifici.

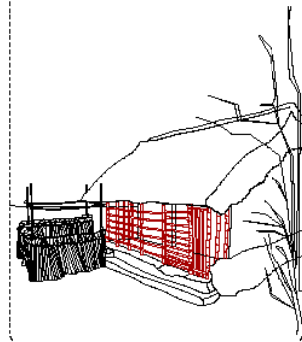
Purtroppo, nonostante le tradizionali tecnologie siano state trasmesse di generazione in generazione nelle zone rurali per ciò che riguarda le tecniche di costruzione di abitazioni, la scarsa conoscenza delle tecniche di preservazione e l'uso improprio nella costruzione di alcune abitazioni, causandone il veloce deterioramento, hanno influenzato negativamente l'immagine del bambù, che viene ancora oggi considerato un materiale per i poveri, adatto solo ad abitazioni provvisorie.



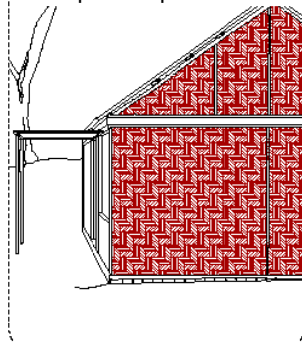
materiale reperibile in loco

**DIVERSI MODI DI UTILIZZARE IL BAMBOO**

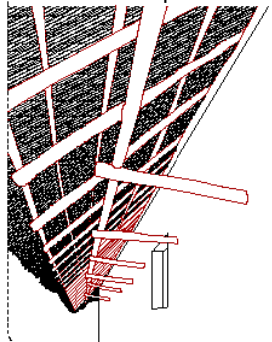
bamboo strutturale



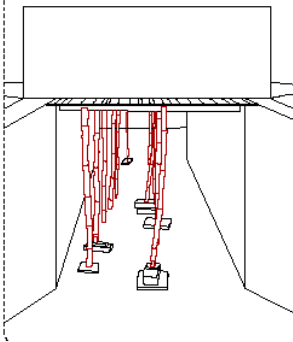
per tamponare



come copertura



come materiale ausiliario



in alto a sinistra: bamboo usato come struttura di copertura  
 in alto a destra: impalcatura di sostegno durante il cantiere  
 al centro a sinistra: telaio in bamboo per la struttura delle pareti  
 al centro a destra: ponte in canne di bamboo  
 in basso: fibre di bamboo intrecciate come tamponamento

Per ultimo l'uso della paglia. Nel settore edilizio l'uso della paglia è diffuso dove questo materiale si riesce ad ottenere come scarto delle lavorazioni agricole, ed è quel che avviene proprio a Dhaki, villaggio caratterizzato dalla presenza di un'economia che si fonda sull'agricoltura. La popolazione locale, alle volte, usa la paglia per la realizzazione delle pareti perimetrali, ma il suo uso più comune è quello di materiale per la realizzazione delle coperture.

I tetti in paglia, infatti, seppur con i limiti relativi alla durabilità e all'infiammabilità del materiale stesso, riescono ancora oggi a soddisfare le esigenze di realizzare coperture ventilate e leggere.

Dall'architettura vernacolare, dunque, all'esperienza dell'architettura contemporanea, valorizzando le risorse locali, sia in termini di impiego di materiali facilmente reperibili, che di attuazione di strategie costruttive compatibili con il contesto climatico, valorizzando il luogo e le tradizioni.

Negli ultimi anni infatti stanno crescendo le iniziative di promozione di un approccio progettuale attento al contesto climatico in cui si costruisce, attento al contesto in cui il nuovo edificio si insedierà, favorendo una progettazione partecipata con la popolazione locale, e utilizzando tecniche costruttive e materiali locali.

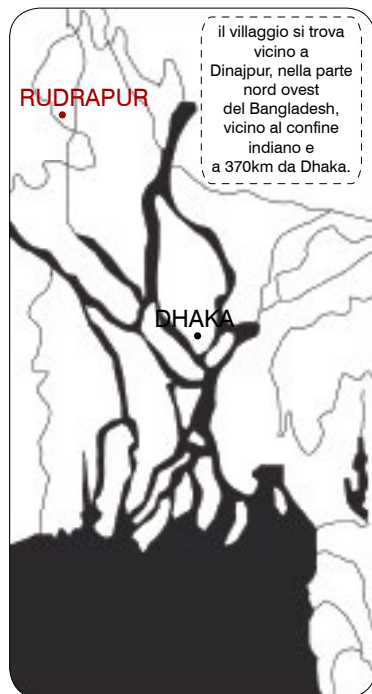


in alto a destra: tipico modo di raccolta della paglia  
in basso a sinistra: paglia utilizzata sopra le tegole  
della copertura  
in basso a destra: paglia utilizzata come strato finale  
in copertura

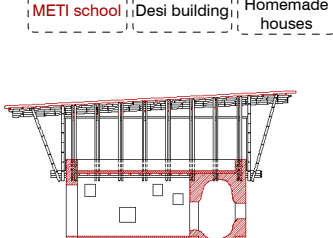
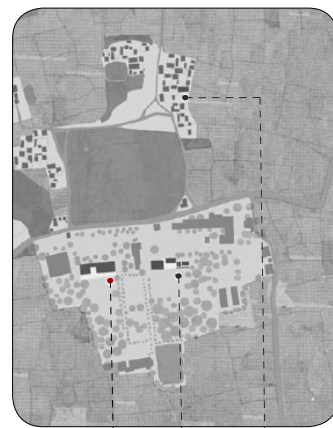
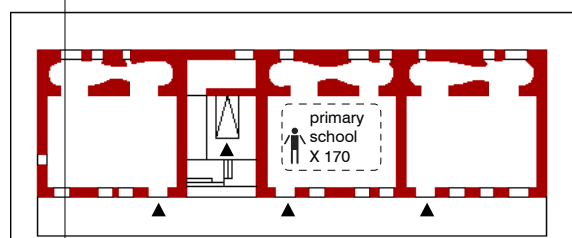
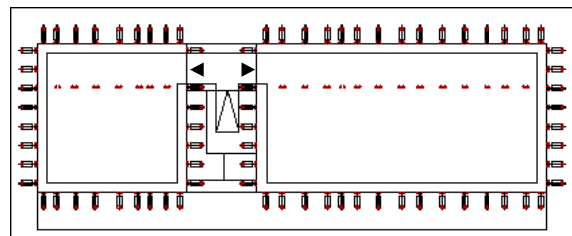
**riferimenti progettuali**

# HANDMADE SCHOOL\_Bangladesh

di A. Heringer e E. Roswag

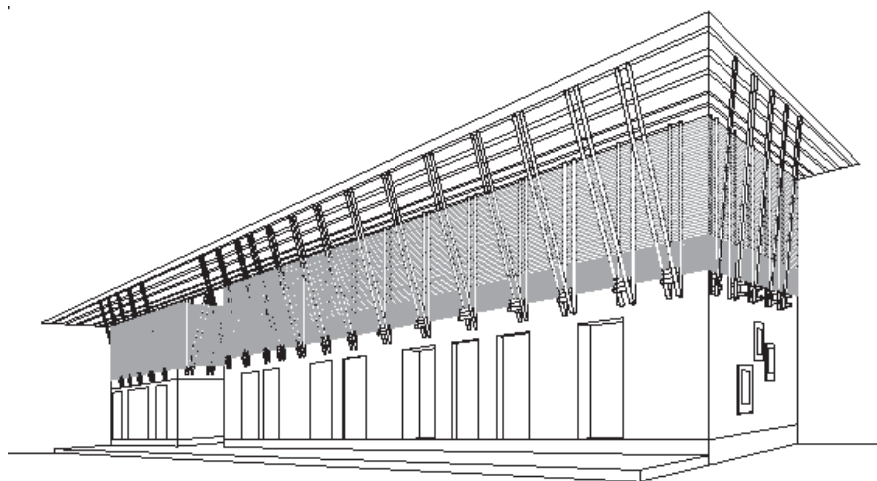


anno di costruzione: 2005  
materiali utilizzati: terra cruda, bamboo  
Nr. piani: 02



La Meti school è un esempio di combinazione efficace di materiali e manodopera locali, un connubio tra attenzione al luogo e alle sue risorse tramite il coinvolgimento della popolazione nel processo costruttivo.

Da qui deriva infatti la scelta di usare terra cruda e bamboo, materie localmente conosciute, che unite alla divulgazione di tecniche costruttive efficaci, conferiscono capacità e creano le condizioni tali da poter ottenere un edificio che diventa esso stesso il manifesto di un processo di rivalutazione.



in alto sinistra: prospetto sud  
in basso sinistra: nicchie ricavate nella parete in terra cruda al piano terra

al centro: prospetto nord  
in basso destra: la popolazione locale coinvolta nel processo costruttivo- piano primo

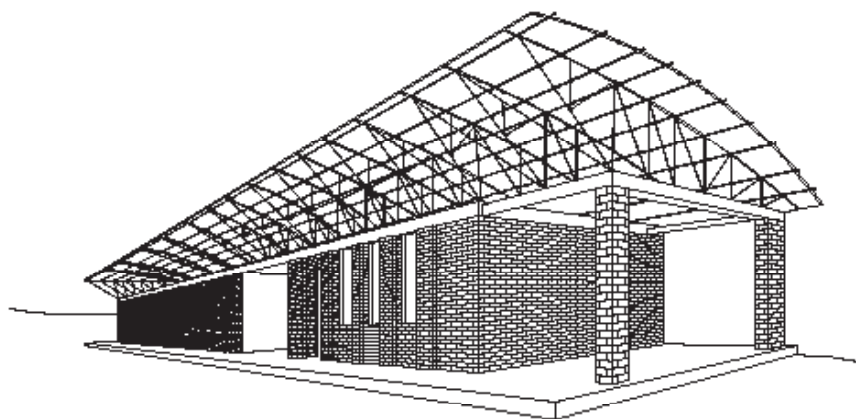
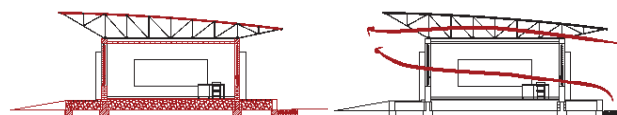
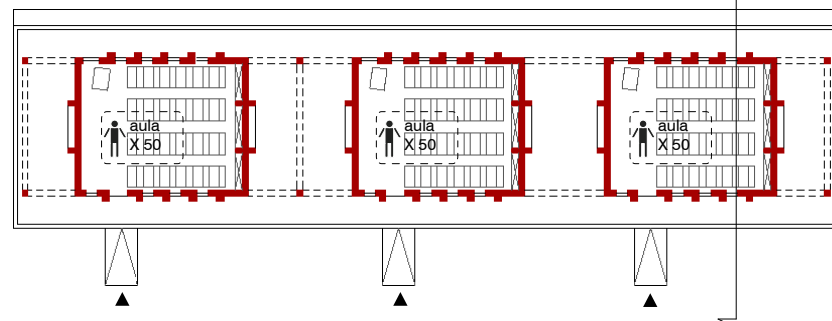
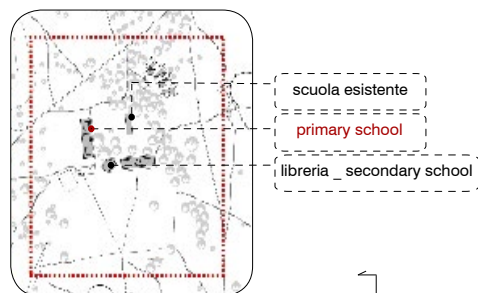
# GANDO PRIMARY SCHOOL\_Burkina Faso

di Diebedo Francis Kéré



il villaggio di Gando si trova nella pianura a sud del Burkina Faso, a 200 km dalla capitale Ougadougou

anno di costruzione: 2008  
materiali utilizzati: blocchi compressi in terra  
Nr. piani: 01



La scuola di Gando è un esempio di come le condizioni climatiche abbiano guidato la progettazione, sia per ciò che concerne la forma sia per la scelta dei materiali.

La scuola si compone di una struttura modulare in mattoni sulla quale la copertura leggera e reticolare si appoggia.

Quest'ultima rimane al contempo staccata dalla parte massiccia sottostante, permettendo dunque un uso efficace della ventilazione passante.



in alto: prospetto nord

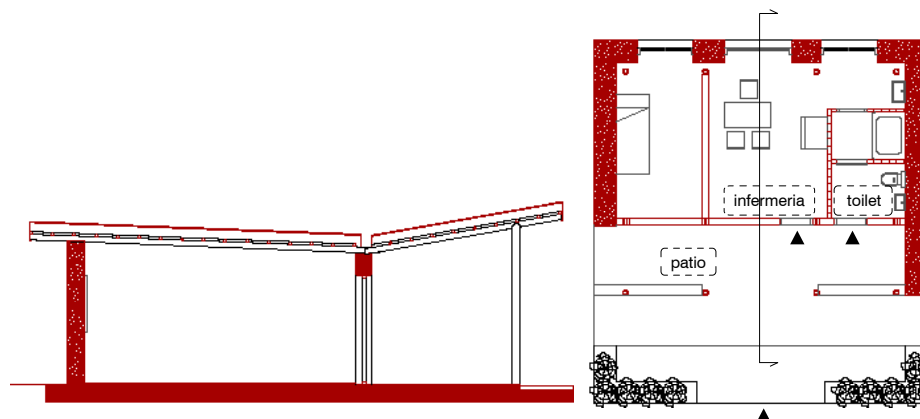
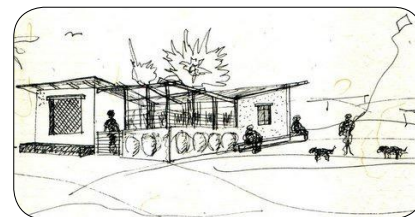
al centro: prospetto sud  
in basso: vista interno aula

# BUSTAN MEDWED CLINIC Health Clinic\_Israele

di M. Vital e Y. Amil



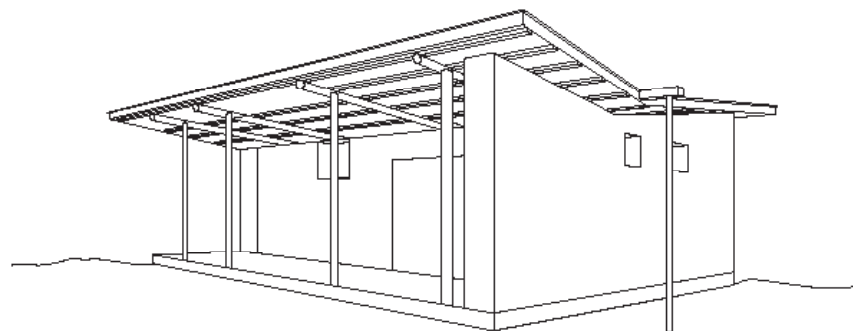
anno di costruzione: 2003  
materiali utilizzati:  
fondazione in calcestruzzo armato;  
pareti in balle di paglia, mattoni in adobe e intonaco in terra;  
copertura in legno e lamiera  
Nr. piani: 01



La Bustan Medwed Clinic costruita dal team Center for Creative Ecology of Kibbutz Lotan è un esempio di edificio costruito con metodologie low tech e materiali locali.

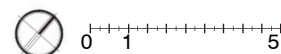
La scelta delle balle di paglia e dei mattoni in adobe ha inoltre reso possibile l'utilizzo di manodopera di volontari non specializzati.

La peculiarità di quest'edificio risiede nella copertura, che con la sua forma a farfalla funge sia da sistema di raccolta delle acque meteoriche che da richiamo alle forme della tradizionale tenda beduina.



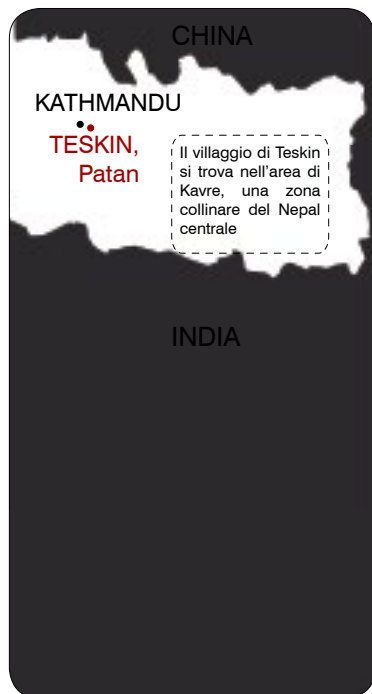
in alto sinistra: prospetto principale  
al centro sinistra: costruzione della parete  
in basso sinistra: preparazione della terra

in alto destra: vista frontale  
al centro destra: sistemazione balle di paglia  
in basso destra: costruzione basamento pareti

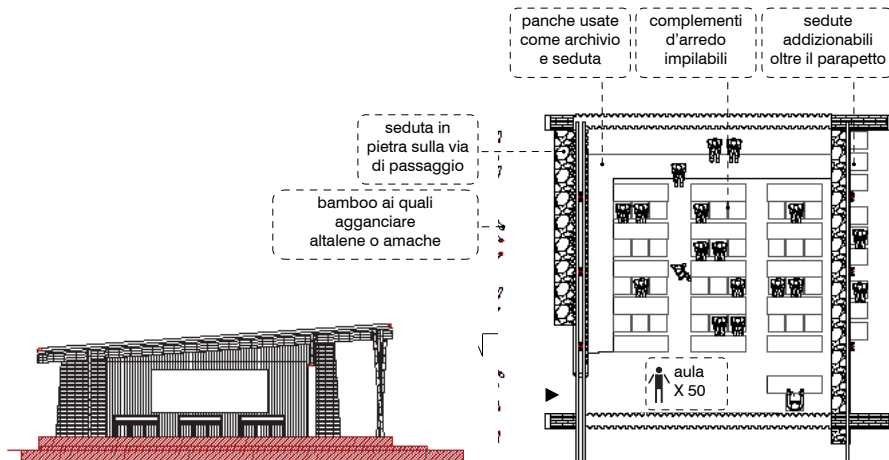
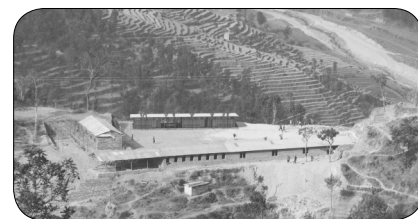


# TEKSING BAMBOOWOOD SCHOOL\_Nepal

di P. Kostner e M. Sobotkova



anno di costruzione: 2009  
materiali utilizzati: mattoni, bamboo  
Nr. piani: 01

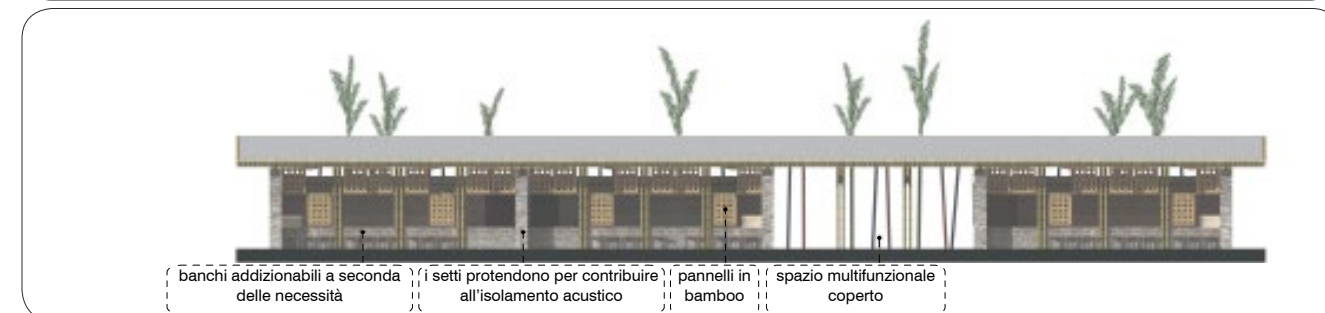
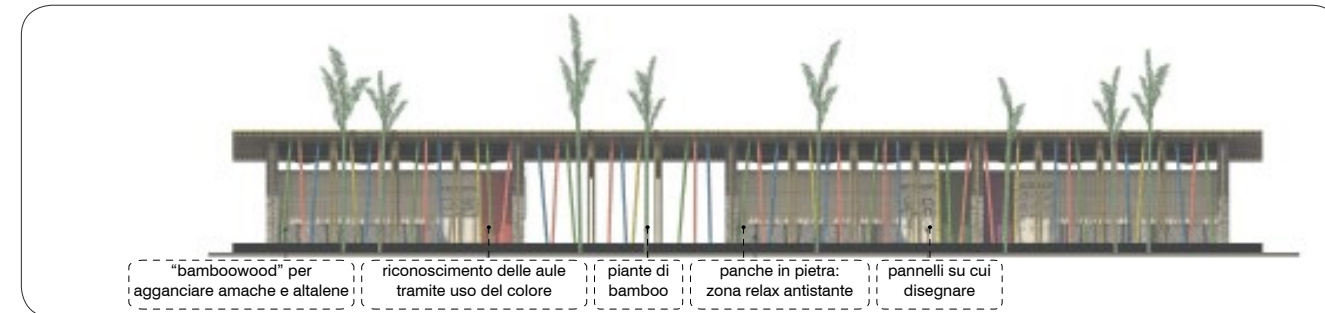
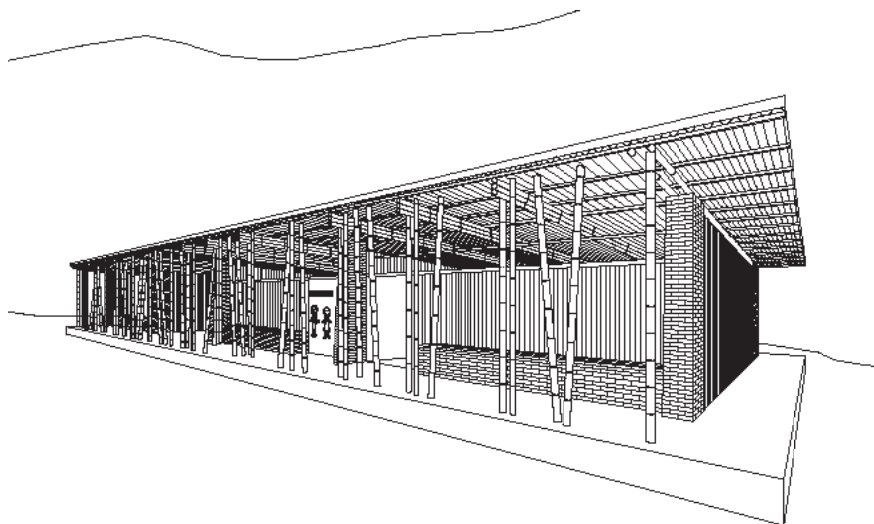


La struttura della scuola di Taskin si compone di tre moduli in mattoni che accolgono aule di uguali dimensioni.

Il porticato di bamboo antistante questi blocchi, oltre a fungere da sistema distributivo, ne assicura un adeguato livello di ombreggiamento.

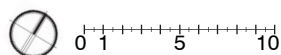
Gli spazi sono trattati in modo tale da risultare il più flessibili possibile, per poter rispondere a diverse necessità.

Allo stesso modo, anche il bamboo del portico può essere usato come occasione per vivere in modi differenti gli spazi di passaggio.



in alto sinistra: prospetto principale verso playground  
in basso sinistra: spazio polivalente al coperto

al centro: prospetto nord  
in basso destra: patio utilizzabile in diversi modi



Per dare vita, dunque, a una progettazione consapevole che valorizzi le risorse locali, è necessario conoscere le caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali della costruzione che verranno utilizzati all'interno della fabbrica edilizia.

Ed è per questo motivo che all'interno di questo capitolo verranno illustrati i caratteri e le peculiarità della terra cruda e del bambù.

### 4.1 Costruire con la terra cruda

La terra cruda è un materiale da costruzione reperibile in natura in quantità pressoché illimitata. Per la sua origine naturale, se non viene contaminata da agenti inquinanti, è un materiale da costruzione ecologico nella sua totalità.

L'uso della terra cruda in architettura permette di realizzare organismi edilizi che non siano fonti di inquinamento, permettendo la costruzione di ambienti salubri, sicuri e con un buon grado di isolamento termoacustico.

La terra "per costruire" viene estratta da almeno 20 o 30 centimetri di profondità, evitando dunque di prelevare lo strato superficiale ricco di sostanze organiche e dalla scarsa resistenza meccanica.

La composizione della terra sarà dunque caratterizzata dalla presenza di ghiaia, sabbia grossa, sabbia fine, limo e argilla in diverse proporzioni, che dipendono dalla granulometria dei componenti. La parte argillosa può variare tra il 5 e il 50%, a seconda delle tecniche utilizzate.

A una quantità di argilla molto alta, ci si oppone aggiungendo inerti minerali (es. sabbia) o fibre vegetali (es. paglia).

Con questo materiale, come illustrato nel capitolo precedente, si possono realizzare murature portanti, tramezzi orizzontali, ed intonaci.

Una muratura in terra cruda è in grado di assicurare un buon isolamento termico e acustico, una protezione attiva contro le onde elettromagnetiche e una resistenza efficace contro il fuoco e gli eventi sismici.

Le tecniche per realizzare un manufatto in terra sono però varie.

A livello strutturale si possono distinguere tre differenti approcci alla lavorazione della terra:

- Le tecniche monolitiche con funzione portante per cui si realizzano le strutture degli edifici
- Le tecniche a blocchi con funzione portante o di tamponamento, con le quali si realizzano elementi con funzione portante
- Le tecniche di tamponamento non portanti, con le quali si realizzano elementi edilizi con funzioni di chiusura e protezione ambientale

A livello di processo esecutivo, si possono distinguere due famiglie tecniche:

- Le tecniche "a bagnato", formate in opera con l'utilizzo di casseri ed acqua, analogamente alla tecnica del calcestruzzo
- Le tecniche "a secco" che sono prodotte fuori opera e assemblate in cantiere

Considerata, dunque, la grande potenzialità delle tecniche in terra, è necessario saper valutare la tecnologia più appropriata al contesto in cui si progetta, in funzione del contesto climatico, della topografia del luogo e della domanda specifica di comfort richiesta dall'utente.

#### 4.1.1 Le tecniche costruttive della terra cruda

##### 4.1.1.1 La terra battuta

Con la tecnica della terra battuta, o pisé, si realizzano muri portanti dello spessore variabile tra i 60 e gli 80 cm.

La terra viene prelevata al di sotto dello strato vegetativo e lasciata maturare in una cava esposta agli agenti atmosferici per tutto l'inverno.

In primavera viene poi smossa con la vanga e, una volta realizzata la fondazione in pietra o mattone, viene costipata in un cassero di misura variabile.

Una volta realizzato il primo blocco, si smonta il cassero e si procede alla realizzazione del blocco successivo.

La muratura, dunque, viene realizzata compattando, strato dopo strato, terra umida versata tra assi parallele che fungono da casseri.

La diffusione geografica e la fortuna costruttiva di questa tecnica sono riconducibili a tre fattori. In primo luogo la facilità di trovare un tipo di terreno adatto alla realizzazione del pisé; in secondo luogo la minor quantità di acqua necessaria per la sua preparazione rispetto alle altre tecniche costruttive in terra, e per ultimo la scarsa dipendenza dalla disponibilità di legname.

La terra impiegata per le murature in terra battuta contiene, oltre agli ossidi di ferro che le conferiscono la tipica colorazione rossa, un'altissima percentuale di inerti, con uno spettro granulometrico molto dettagliato, cosicché le murature risultano essere particolarmente robuste e durature.

Occorre sottolineare il fatto che questa tecnica costruttiva, a patto che non sia stata compromessa la struttura originaria, sia particolarmente indicata per le zone a rischio sismico.

Inoltre, oltre alla resistenza al fuoco, le murature realizzate con questa tecnica assicurano buone caratteristiche di isolamento termico e acustico.

##### 4.1.1.2 La terra alleggerita

Con il termine "terra alleggerita" si intende una tecnica che prevede la miscela di terra con inerti costituiti da fibre vegetali o da materiali molto leggeri.

La terra alleggerita è utilizzata per la realizzazione di manufatti leggeri, caratterizzati da buone prestazioni di isolamento termico per gli elementi di tamponamento esterno, di partizione interna oltre che per l'isolamento di sottotetti e solai.

In questa tecnica, la terra svolge la funzione di legante per quanto concerne i segmenti di paglia, siano questi orzo, grano, segale, o qualsiasi altro tipo di cereale.

Il sistema dell'impasto della terra paglia è stato inventato in Germania su rielaborazione del "Torchis", tecnica molto diffusa fino al secolo scorso nel centro Europa per il riempimento dei muri delle case con struttura portante in legno ("colombaie" o "Fachwerkhaus").

La terra va estratta e accumulata su di un fondo pulito e lasciata, preferibilmente, sotto le piogge per un inverno, oppure va setacciata accuratamente e poi immersa in acqua (una parte di terra e tre di acqua), dove va lasciata riposare per almeno dodici ore.

L'impasto ottenuto è detto "barbottina", ed è proprio in questo impasto che vengono immerse le balle di paglia, dopo essere state aperte.

La terra e paglia servirà come riempimento per strutture in legno, tenendo presente che si dovranno utilizzare spessori superiori ai 5 cm.

I manufatti caratterizzati dall'utilizzo di questa tecnica non sono caratterizzati da una massa significativa ai fini della regolazione termica e dell'accumulo di calore; diversamente però si ottengono apprezzabili livelli di isolamento termico in virtù della bassa densità dell'impasto.

#### 4.1.1.3 L'adobe

Con adobe si definisce una tecnica costruttiva che prevede la realizzazione di mattoni di terra cruda formati a mano, con o senza stampo, senza compressione e lasciati seccare in maniera naturale, senza cottura.

Il mattone di terra cruda seccata al sole è senza dubbio uno dei più vecchi materiali dell'abitazione umana.

I blocchi in terra sono fabbricati con fango spesso e malleabile, spesso con l'aggiunta di paglia, poi formati con le mani con stampi o con l'aiuto di macchine che permettono molteplici forme.

Per la gran diversità dei modi di produzione, che va dall'artigianale all'industriale totalmente automatizzato, l'adobe è un materiale caratterizzato da una grande flessibilità, adatto a un più largo registro di contesti socio-economici.

Questa tecnica costruttiva è ancora molto praticata nella maggior parte dei paesi in via di sviluppo, ma è per molte persone ancora sinonimo di povertà e arretratezza tecnologica.

La forma del blocco a parallelepipedo è la più conosciuta.

Questi mattoni di taglia e peso variabile (da 20x11x5 cm e 2Kg a 60x30x10 cm per 30 Kg di peso) sono il più delle volte formati mediante l'ausilio di stampi in legno o in acciaio, a uno o due alveoli.

I manufatti realizzati con questa tecnica sono caratterizzati da un'elevata inerzia termica per via dell'elevato peso specifico e dell'utilizzo di terra non alleggerita. Questa tecnica, dunque, si rivela particolarmente adatta per la realizzazione di murature portanti esterne in aree caratterizzate da una forte escursione termica.

La presenza di grandi masse di terra consente a sua volta l'accumulo di calore all'interno delle murature, siano queste interne o esterne, e allo stesso tempo, permette un buon isolamento acustico della struttura.

## 4.2 Costruire con il bamboo

Con il termine bamboo si definisce una famiglia di erbe legnose (sottofamiglia Bambusoideae, famiglia Andropogoneae/Poaceae) che comprende circa 1250 specie all'interno di 75 generi diversi.

Si tratta di una pianta sempre verde, resistente e molto vigorosa, infatti anche se il fusto e le foglie sono seriamente danneggiati, la pianta può rigenerarsi e continuare a vivere.

Una altra caratteristica peculiare è che la larghezza del tronco appena fuoriuscito dal terreno e la stessa che avrà l'intero fusto una volta cresciuto. Il bamboo infatti non si comporta come le piante da fusto che con gli anni accrescono il diametro del proprio tronco.

La struttura principale della pianta è costituita dalla canna, che si sviluppa in superficie, e dalle radici, entrambe caratterizzate dalla presenza di nodi e internodi.

Un ulteriore carattere che rende il bambù un materiale degno di interesse è senza dubbio la velocità con cui questo materiale cresce.

Pertanto l'impatto ambientale dato dal suo taglio è relativamente basso, proprio perché la sua ricrescita non richiede molto tempo.

Il bamboo cresce principalmente nelle zone a clima tropicale, ma si trova naturalmente anche in zone a clima subtropicali e temperate.

L'Asia, ad esempio, conta circa 1000 specie che coprono un'area di 180,000 km<sup>2</sup> (meta della Germania o circa il 2% degli USA).

La maggior parte di queste specie sono presenti naturalmente più che come piantagioni o coltivazioni importate.



### 4.2.1 Le caratteristiche fisiche dell'acciaio naturale

Il bambù si presenta quindi come un esempio di un'azzeccata ottimizzazione strutturale da parte della natura (e come se realizzassi un tubo in acciaio con un materiale più resistente sull'esterno e meno all'interno).

Approssimativamente una sezione di una canna di bambù è composta per il 40% da fibre, per il 10% da vasi, e per il 50% da parenchima, che è la materia in cui le fibre sono alloggiare (un po' come il calcestruzzo tra le barre d'acciaio dell'armatura).

Come è già stato accennato, al contrario del legno, la pianta di bamboo non si sviluppa radialmente durante la sua vita.

Questo aspetto è importante perché non sono presenti elementi che ridurrebbero la resistenza del materiale.

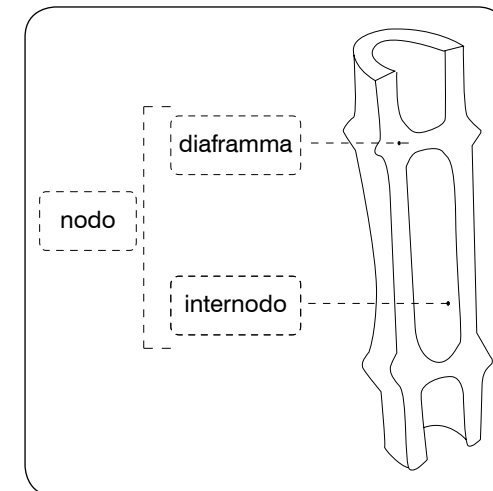
A livello più generale la canna di bamboo può essere divisa in tre parti, i nodi, gli internodi e i diaframmi.

Lo studio delle proprietà fisiche del bambù è molto importante in quanto vi è una relazione diretta con le proprietà meccaniche; pertanto la loro conoscenza non solo è utile per classificare la specie ma è fondamentale per determinare i parametri meccanici di ogni tipologia di bambù.

Le caratteristiche meccaniche del bambù sono determinate dalla quantità di amido presente all'interno della struttura.

Il contenuto di amido, infatti, corrisponde al peso della quantità di acqua presente all'interno della canna espressa in percentuale del peso asciutto.

In condizioni di bambù verde il contenuto di amido varia fra 40% e 50%, con valori maggiori negli strati interni della canna, e tende a decrescere dopo che la pianta è stata tagliata.



in alto : aree in cui è presente il bamboo  
sopra: nodo bamboo



Il bamboo, così come il legno, è un materiale igroscopico, vale a dire che se messo in un ambiente umido assorbe acqua dall'esterno mentre se l'atmosfera è eccessivamente secca tende a perdere l'amido contenuto al suo interno.

La densità del bamboo invece rappresenta la massa del materiale per unità di volume.

Dipende dalla quantità di fibre attorno ai vasi, dal loro diametro e dallo spessore delle cellule. La densità cresce dalle zone centrale a quelle periferiche e dal basso alle parti più alte della canna, in relazione all'aumento della percentuale di fibre.

Il peso di una costruzione in bamboo, dunque, è inferiore rispetto ad una analoga costruzione in legno oltre che per la diversa densità anche per la differente forma delle sezioni trasversali.

Infatti, mentre la trave di legno, a meno di particolari lavorazioni, ha una sezione piena, quella della canna di bamboo è cava.

Questa caratteristica non causa significative diminuzioni della resistenza e comporta una significativa diminuzione dei carichi permanenti.

L'amido nel bamboo verde è in parte contenuto all'interno delle pareti delle cellule e in parte si trova nelle zone interstiziali tra le cellule trattenuto da forza capillari.

Quando la pianta inizia ad asciugarsi, le pareti delle cellule non espellono amido fino a che le cavità interstiziali non sono vuote. Il punto in cui queste cavità si sono svuotate e le pareti delle cellule sono completamente sature e il punto di saturazione delle fibre.

#### 4.2.2 Le caratteristiche meccaniche

Le specie di bamboo esistenti sono più di mille, e come è semplice pensare, alcune dal punto di vista costruttivo hanno caratteristiche migliori di altre.

Questa differenza è dovuta al fatto che la struttura della canna di ogni specie è differente dalle altre e ciò determina diversità anche nelle proprietà meccaniche. Pertanto non è possibile fornire regole generali e precise per individuare, ad esempio la tensione di rottura di una canna o, piuttosto, il suo modulo di elasticità longitudinale.

Per prima cosa è importante osservare come il bamboo sia un materiale anisotropo, e come dunque il suo comportamento vari al variare del modo in cui il materiale viene sollecitato.

Possiede infatti una resistenza diversa a trazione e a compressione, in relazione al fatto in cui venga sollecitato nel senso delle fibre o ortogonalmente ad esse.

Analogamente il modulo di elasticità varia con il modo in cui è caricato.

Nel corso degli anni però sono stati svolti studi con lo scopo di individuare aspetti generali che potessero essere estesi a tutte le specie.

In particolare il professor Jules Janssen, autore del libro “Designing and building with bamboo”<sup>1</sup> nel 1981 fornì, nell'ambito della propria tesi di dottorato, i risultati di una ricerca accurata su alcuni test eseguiti su delle canne di bambù.

I test furono condotti con alcune semplici ma importanti ipotesi di base:

- specie ed età del bamboo definita e costante, in particolare fu usata la Bambusa Boleana originaria delle Filippine di tre anni di età
- contenuto dell'amido controllato
- nei test di compressione la lunghezza della canna era costante
- furono testate sia canne intere che pezzi, in questo ultimo caso possedevano tutti la stessa forma
- furono testati pezzi provenienti dalle tre zone principali della canna, vale a dire base, parte centrale e sommità
- furono eseguiti test con carichi di breve e lunga durata

Dall'analisi di questo studio e dalle osservazioni derivanti dal lavoro di ricerca Oscar Hidalgo Lopez (1981), autore del libro “Bamboo: il dono degli dei”<sup>2</sup> è possibile effettuare importanti considerazioni sulle proprietà meccaniche del bamboo.

Allo stesso modo è stato osservato come la resistenza della zona dei nodi sia pari all'80% della resistenza calcolata nell'internodo.

Il bamboo utilizzato a fini strutturali deve inoltre contenere un livello di amido molto basso, pressoché nullo.

(Si ricorda infatti come la presenza di amido sia legata alla presenza di acqua all'interno delle fibre).

La canna di bamboo potrebbe anche essere vista come un materiale composto, in cui la matrice è costituita dal parenchima e il rinforzo dall'insieme vasi e delle fibre.

Per questo motivo, aumentando il numero di fibre aumenta anche la resistenza del materiale, osservando come il maggior contributo al peso dell'elemento sia proprio fornito da questo componente si capisce il motivo per cui è stato possibile determinare una correlazione fra densità e caratteristiche meccaniche del bamboo.

Come tutti i materiale compositi, però, la resistenza del materiale può aumentare fino ad un valore, definito valore limite, dopo il quale il bamboo rischierebbe di diventare eccessivamente fragile.

##### 4.2.2.1 La resistenza a compressione

La resistenza a compressione indica la capacità del bamboo nel resistere a carichi paralleli al proprio asse; conseguentemente più rigide ed estese sono le fibre, maggiore è la resistenza del materiale.

Il legame fra il contenuto di amido e la resistenza a compressione per il bamboo è simile a quella che esiste per il legno; ciò significa che questo valore aumenta passando dal bamboo verde a quello stagionato. Su test effettuati da Oscar Hidalgo Lopez, in Colombia nel 1978, su 76 specie di Guadua Angustifolia si osservò come la resistenza aumentasse con l'età e con l'altezza da cui veniva prelevato il provino lungo la canna.

Il valore massimo osservato fu di 705 daN/cm2 in cima ad una canna di 5 anni e quello minimo fu di 261 daN/cm2 in una canna di un anno di età.

Molto spesso nell'effettuare test di compressione sono state trascurate la scelta delle dimensioni del provino, della posizione della canna e soprattutto la presenza o meno di nodi nel pezzo da testare.

Diversamente però operò Janssen nel 1981, il quale sviluppo una notevole e precisa letteratura al riguardo, effettuando test su Bambusa Blumeana. Riassumendo, il suo lavoro consistette nel considerare provini di 50, 100 e 200 mm di altezza con diametro compreso fra 70 e 90 mm e spessore fra 5 e 9 mm.

Le variabili considerate furono il contenuto di amido, la posizione del provino lungo la canna e la presenza o meno di nodi ed internodi.

A seguito delle sue ricerche fu possibile determinare una correlazione tra densità e resistenza a trazione.

##### 4.2.2.2 I fattori esterni influenzano le proprietà meccaniche

Grazie agli studi condotti da Gnanaharan nel 1991, autore del libro “Preservative Treatment of Bamboo and Bamboo Products”, sulle proprietà fisiche e meccaniche del bamboo, e più precisamente su Dendrocalamus strictus cresciuti a tre diverse altitudini (1000 – 200 – 800 metri) e con tre diversi livelli di precipitazioni annuali, si è dimostrato come i campioni cresciuti in ambienti più secchi possiedano zone di internodo più lunghe e soprattutto caratteristiche meccaniche migliori.

Il clima dunque è un fattore in stretta relazione con le proprietà fisiche del bamboo.

E così come accade per il clima, anche la topografia determina caratteri più o meno favorevoli alla crescita di questa pianta.

Nonostante ancora il bamboo non sia un materiale sufficientemente studiato dal punto di vista scientifico, per cui nell'analisi strutturale sono presenti incertezze abbastanza elevate di cui è necessario tenere conto, è stato comunque possibile constatare che:

- La specie è fondamentale per conoscere la resistenza che un pezzo può offrire
- La densità gioca un ruolo fondamentale, infatti quando aumenta, aumenta anche il numero di cellule più resistenti (fibre) di conseguenza aumenta la resistenza
- La base della pianta è generalmente meno resistente di quella più alta
- Le fibre interne della sezione trasversale hanno un contenuto di cellulosa minore di quelle esterne e sono perciò meno resistenti
- Si ha un significativo aumento di resistenza con l'età in particolare da sei mesi ai due anni e mezzo

#### 4.2.3 Strategie per salvaguardare la durabilità e le caratteristiche fisiche del materiale

Il motivo principale che causa un forte limite al bamboo come materiale da costruzione è la scarsa resistenza agli agenti atmosferici.

Il periodo di servizio che può avere questo materiale è considerato troppo breve per qualsiasi tipo di investimento, in pratica è economicamente sconveniente finanziare una costruzione che dopo pochi anni deve essere riparata o sostituita.

Purtroppo questa diffusa concezione è vera, il bamboo ha una aspettativa di vita inferiore a quella del legno, inoltre mentre per questo ultimo materiale ci sono maggiori informazioni sulla sua resistenza in opera, per quanto riguarda il bamboo i dati disponibili sono scarsi e poco precisi.

Nasce quindi l'esigenza di studi più approfonditi su i diversi tipi di bamboo per determinare quale sia quello migliore per l'impiego desiderato.

Ciò che causa problemi alla canna di bamboo è proprio la cavità centrale. Infatti è molto difficile far seccare completamente l'amido presente all'interno dei vasi, soprattutto quelli più interni. Il liquido rimanente è fonte di nutrimento di insetti e funghi che trovano nella parte centrale, appunto, un sede ideale per svilupparsi e degradare il bamboo.

L'applicazione di trattamenti protettivi può aumentare, in maniera significativa, la durata della vita di una canna di bamboo. Sottoporre, dunque, il bambù a un trattamento prima di metterlo in opera risulta quindi fondamentale.

L'efficienza di questi trattamenti dipende molto dal grado di penetrazione che questi riescono a raggiungere.

I metodi per preservare il bamboo possono essere raccolti in due categorie: quelli tradizionale o non chimici e quelli chimici.

Prima di tutto è importante eseguire il taglio con particolare cura. E' possibile utilizzare un machete o una sega e si deve aver premura di effettuarlo alla base, nella zona compresa fra il primo e il secondo nodo. In questo modo la parte rimanente potrà rigenerarsi e crescere nuovamente.

Al di là comunque della tipologia di protezione scelta, la maggior protezione, in fase di progetto, si otterrà ponendo attenzione a far in modo che il bamboo, in opera, riduca al massimo la possibilità di essere esposto all'azione degli agenti atmosferici. Acqua e sole infatti non fanno che accelerare il processo di degrado, riducendo inevitabilmente la vita della costruzione.

Un' esempio significativo sono i padiglioni realizzati dall'architetto Simon Velez , che sono caratterizzati dalla presenza di coperture molto più lunghe di quelle necessarie, in modo da proteggere la struttura da acqua e radiazione solare.

<sup>1</sup> All'interno di questo saggio sulla progettazione con il bamboo, il professor Janssen, ingegnere strutturale e un eminente decano della costruzione in bamboo, esamina questo materiale come un vero e proprio materiale strutturale, con i vantaggi e gli svantaggi. L'obiettivo è quello di fornire un potenziale quadro complessivo del bamboo, in modo da inserire il materiale nel mondo della progettazione e della costruzione.

<sup>2</sup> Oscar Hidalgo Lopez è un famoso architetto colombiano che ha dedicato la sua vita di professionista alla ricerca delle proprietà strutturali e alle caratteristiche del bamboo, al fine di insegnare al mondo le infinite possibilità di questo materiale.



sopra: Simon Velez, Bamboo bridge, China  
accanto: Simon Velez, Chiesa privata, Colombia

#### 4.2.3.1 I metodi tradizionali

Tra i metodi finalizzati alla protezione del bamboo vengono annoverati: l'essiccazione, l'immersione in acqua, il calore e il fumo.

L'essiccazione consiste nel lasciare, a seguito del taglio, le canne in posizione verticale, staccate da terra per quattro settimane, senza eliminare i rami e le foglie. Successivamente, trascorso questo periodo, i rami e le foglie vengono tagliati e il fusto viene fatto seccare in una stanza aperta e ben ventilata in cui viene stipato in posizione orizzontale. Con questo trattamento, il bamboo mantiene il suo colore naturale e non si macchia.

Con il metodo dell'immersione in acqua, che consiste nell'immersione delle canne per un periodo non superiore alle quattro settimane in un bacino di acqua, il bamboo guadagna in termini di durabilità ma perde dal punto di vista della resistenza.

Il metodo del calore è caratterizzato dalla disposizione delle canne, a seguito del taglio, su un braciere, il quale a sua volta ha sotto di sé una fiamma posta a debita distanza, in modo da riscaldare il materiale senza però danneggiarlo.

Questo trattamento è generalmente realizzato in aree aperte, spesso per realizzare artificialmente canne curve, mediante lo snervamento delle fibre.

La tecnica del fumo, infine, consiste nel tagliare le canne per poi disporle all'interno di una camera con del fumo, il quale impregna il bamboo occludendone i pori. Molto spesso per produrre il fumo viene utilizzato il bamboo di scarto.

Come detto in precedenza, molti inconvenienti legati alla durabilità del materiale possono essere evitati se si sceglie con cura l'ubicazione del bamboo in opera, ad esempio non poggiando direttamente la canna al terreno, e proteggendo le canne disposte in copertura.

#### 4.2.3.2 I trattamenti chimici

In generale, comunque, il bamboo deve essere trattato prima della sua messa in opera. Per far ciò, come visto sopra, questi trattamenti possono essere realizzati ricorrendo a metodi tradizionali, o a trattamenti chimici che, se da un lato più costosi, dall'altro hanno maggior efficienza.

Queste sostanze sono prodotti chimici, insetticidi e fungicidi, che possono essere mescolati alle consuete sostanze chimiche impiegate nel trattamento del legno. I prodotti impiegati nel trattamento specifico del bamboo devono avere le seguenti caratteristiche:

- Essere in grado di impedire la nascita di organismi sia all'interno che all'esterno del bamboo
- Non devono modificare le caratteristiche fisico-meccaniche del materiale
- Devono essere solubili in acqua, in modo da poter associare trattamenti dalle differenti concentrazioni e facendo in modo che una volta iniettato non venga dilavato dall'umidità o dall'acqua piovana
- Non devono avere un odore tale per cui non sarebbe possibile l'utilizzo interno dei locali
- Non devono modificare il colore della canna

E' da sottolineare come solitamente gli insetti attacchino il bamboo principalmente dalle due estremità, e non dal fusto, che è molto duro e impermeabile.

Pertanto risulta più efficace far penetrare il trattamento dai due lati, piuttosto che distribuirlo lungo la lunghezza della canna.

#### 4.2.4 I vantaggi dovuti dall'utilizzo di questo materiale da costruzione

Perché dunque ricorrere all'utilizzo del bamboo?

In primo luogo per la sua leggerezza. Paragonato al legno o all'acciaio il bamboo è un materiale con un peso per unità di volume molto inferiore. E allo stesso tempo ha una buona flessibilità e una discreta resistenza a trazione.

Queste caratteristiche lo rendono un materiale ideale per quelle aree dove il rischio sismico non è totalmente trascurabile, e dove le risorse economiche non sono tali da sostenere opere ingegneristiche più costose.

L'aspetto economico dunque, specialmente per le aree dove le piantagioni di bamboo sono diffuse, assume un ruolo chiave per l'adozione di questa tecnologia costruttiva.

Una tecnologia costruttiva che permette di non provocare l'erosione del terreno. Il bamboo infatti cresce molto rapidamente e in tempi brevi riesce a sviluppare un sistema esteso di radici in grado di proteggere il terreno dal dilavamento causato dalle forti perturbazioni.

Crescendo con questa rapidità permette anche di attuire l'impatto ambientale provocato dall'abbattimento di una foresta di bamboo

<sup>3</sup> Architetto colombiano pluripremiato, sostenitore del bamboo come componente predominante nella struttura di un edificio.

Ad oggi, Velez ha progettato edifici di bambù in Germania, Francia, Stati Uniti, Brasile, Messico, Cina, Giamaica, Colombia, Panama, Ecuador, e in India.

per ricavare, dalle canne abbattute, le strutture di un nuovo edificio.

Infatti, in pochi anni, le nuove piante raggiungono l'altezza di quelle tagliate, rigenerando un bosco in grado di garantire un microclima favorevole nel territorio su cui insiste, partecipando alla fotosintesi clorofilliana.

#### 4.2.5 Il bamboo presente nell'area del West Bengal

Solo in nella Regione indiana sono conosciute più di 130 specie diverse di bamboo organizzate in 18 generi. Nonostante le caratteristiche fisiche e meccaniche, come visto in questi capitoli, ne consentano l'impiego in edilizia con poche limitazioni, il bamboo viene solitamente impiegato per la realizzazione di strutture temporanee quali impalcature, recinzioni, ponti e padiglioni temporanei.

Camminando per la città di Calcutta, infatti, ci si imbatte in edifici coperti da ponteggi realizzati in bambù, in cantieri caratterizzati dalla presenza di armature in ferro all'interno dei pilastri e delle travi dei solai con le canne utilizzate per puntellare gli elementi costruttivi.

L'utilizzo del bamboo come materiale da costruzione viene ormai considerato superato, legato a realtà ancora arretrate culturalmente e tecnologicamente come la realtà dei villaggi di campagna.

Di seguito sono riportate le specie di bamboo disponibili nella regione del West Bengal.

sotto: bamboo usato come elemento per puntellare i solai durante le operazioni di cantiere  
in basso: bamboo usato come impalcatura



Botanical name	Common name	Habitat	Usi
Bambusa Balcooa	Balku Bans	Si trova solitamente in terreni superiori ai 600 m. Preferisce suoli compatti e un buon drenaggio	Edilizia. Principalmente usato per i ponteggi e le scale
Bambusa Vulgaris	Basini Bans, Bakal	Preferisce un terreno umido. Si trova nelle foreste naturali dell'India centrale e a Nord Est.	Usato per la realizzazione di oggetti di artigianato
Bambusa Nutans	Makla	Cresce meglio ad altitudini di 500-1500 m. Prospera su pendii umidi collinari e altopiani piatto e con terreni argillosi e limosi	Usato sia per l'edilizia che per l'artigianato
Bambusa Teres	Paora	Cresce in India e in Bangladesh	Usato per la realizzazione di tappeti, cestini, ecc.
Bambusa Pallida	Makal	Cresce principalmente in aree ad alta piovosità e molto umide con una clima temperato. E' coltivato a Nord Est	Usato soprattutto per la produzione di cestini e stuoie
Bambusa Tulda	Jati	Si verifica ad altitudini di 1500 metri e prospera lungo i corsi d'acqua. Si trova nel Nord Est e nel West Bengal.	Usato soprattutto per l'artigianato
Bambusa longispiculata	Metenga	Questa specie si trova nelle regioni di Nord Est con altitudini superiori ai 1000 metri	Usato per la realizzazione di ponteggi e mobili

In questo capitolo saranno presentati i principali eventi che hanno portato al sistema di istruzione indiano nella sua forma attuale.

Fondamentalmente, la storia dell'istruzione in India è quella di quattro sistemi: quello induista e quello buddista, che sono entrambi nati in India; influenze esterne, invece, sono arrivate in un secondo momento dal sistema islamico e poi, soprattutto, da quello occidentale.

La conoscenza della situazione dell'istruzione indiana del passato incontra forti limitazioni: non solo si sa poco, ma c'è molta più documentazione, fin dai tempi antichi, sull'istruzione superiore di quanta ce sia su quella di base.

La storia dell'India può essere ricondotta a tre periodi: l'India antica, fino al 1192 dell'era contemporanea, il periodo medievale (fino al 1757) e la restante parte, quella comunemente chiamata India moderna.

Nei capitoli seguenti tratteremo di quest'ultimo periodo, partendo dagli episodi più significativi intervenuti prima dell'indipendenza, arrivando fino all'ultimo decennio.

### 5.1 Il progetto di un sistema scolastico nazionale

Con l'arrivo dei britannici nei territori indiani si assistette all'avvio di scuole e di istituzioni di istruzione superiore di tipo europeo.

Una tappa importante nella formazione del sistema di istruzione indiano è costituita dagli eventi del 1854, sotto il governatorato generale di Lord Dalhousie, grazie al quale si arrivò alla messa a punto e alla pubblicazione del cosiddetto "Dispaccio sull'istruzione".

Si tratta di un lungo documento composto da cento paragrafi, che gettò le basi dell'istruzione pubblica indiana, avendo come finalità la "generale diffusione della conoscenza europea".

In questa prospettiva, il peso delle istituzioni che si occupavano della cultura indiana era limitato a scopi "storici e di antiquariato", pur senza che si arrivasse ad abolirle la cultura nazionale.

Quanto alla lingua di insegnamento doveva essere l'inglese nelle istituzioni di istruzione superiore; tuttavia, però, l'uso della madre lingua fu incoraggiato a livello scolastico inferiore.

L'età in cui cominciare ad usare la lingua inglese fu posta a tredici anni, mentre fu imposto alle scuole secondarie di non abbandonare lo studio del vernacolo.

Fu inoltre stabilito di istituire percorsi scolastici per gli insegnanti e un Dipartimento per l'istruzione e, per la prima volta, si parlò di istruzione per le donne.

#### 5.1.1 Verso l'indipendenza dal dominio inglese

Per capire, a questo punto però, gli sviluppi successivi bisogna introdurre l'azione del movimento indiano per l'indipendenza, che comprendeva un ampio spettro di organizzazioni politiche, filosofie e movimenti che avevano come obiettivo comune quello di porre fine in primo luogo alla Compagnia Inglese delle Indie Orientali e, di conseguenza, al Raj Britannico.

Il termine incorpora diverse campagne nazionali e regionali, agitazioni e gli sforzi di gruppi non violenti e di militanti per l'indipendenza dell'India.

Lo stesso Gandhi, fortemente critico in merito al sistema di istruzione che riteneva riproducesse le disuguaglianze sociali ed economiche, formulò un suo piano per l'istruzione (Nai Talim), basato sulla madre lingua, obbligatoria fino al compimento dei 16 anni, e sull'insegnamento di abilità derivanti dal lavoro manuale nella scuola primaria. Lo scopo era duplice: consentire anche agli allievi più poveri di pagarsi le rette scolastiche e sviluppare col lavoro manuale abilità pratiche.

Il tema dell'istruzione è affrontato nel capitolo XVII dell'"Hind Swaraj", libro scritto dallo stesso Mohandas K. Gandhi nel 1909 in cui esprime le sue opinioni sulla Swaraj, la civiltà moderna, la meccanizzazione e le conseguenze sulla civiltà indiana. In tema di linguaggio, Gandhi pensava che l'inglese aveva reso "stranieri in patria" i bambini, ma "non si opponeva totalmente ad esso".

Piuttosto, voleva usare le lingue locali come medium per l'istruzione, al fine di facilitare l'apprendimento e lo sviluppo dell'identità. Gandhi "apprezzava la lingua inglese nella misura in cui forniva l'accesso ad "alcuni" tesori della mente umana, ma non a tutte le acquisizioni della cultura occidentale e certamente non doveva avvenire a danno dei linguaggi locali".

Quanto alla crescente diffusione dell'inglese nella società, "se questo stato di cose continuerà, i posteri - questa è la mia ferma convinzione - ci condanneranno e malediranno".

L'idea di fondo, espressa in un articolo del 1917, era che "lo studio delle altre culture può convenientemente seguire, ma giammai precedere, lo studio e l'assimilazione della nostra civiltà".

È mia ferma opinione che nessuna civiltà ha dei tesori ricchi come i nostri".

Nel 1937 si tenne, con la presidenza di Gandhi, la conferenza di Wardha, in cui fu messo a punto un progetto per una scuola gratuita e obbligatoria di 7 anni, con linguaggio di insegnamento la madre lingua e con la presenza, durante l'orario scolastico, del lavoro manuale, di cui veniva sottolineato l'aspetto educativo, piuttosto che quello di sostegno economico.

Ai primi anni '40 risale il cosiddetto "Sargent Plan" (1944): si tratta del primo progetto articolato di strutturazione del sistema scolastico indiano, che avrebbe dovuto essere attuato dopo l'indipendenza.

Tra le sue caratteristiche principali, il fatto di parlare per la prima volta di un'istruzione pre-primaria dai 3 ai 6 anni e della fornitura di un'istruzione gratuita ed obbligatoria dai 6 ai 14 anni.

Dei livelli successivi, furono sottolineati, invece, i caratteri di selettività, cioè di una scuola non per tutti. Dettagliato fu anche il programma per l'istruzione degli adulti analfabeti e per l'addestramento degli insegnanti.

Il piano si propose di raggiungere, dopo quarant'anni, i livelli d'istruzione dell'Inghilterra del 1939. Allora l'obiettivo fu giudicato molto timido, ma se confrontato con quello che è stato effettivamente realizzato risulta essere stato anche troppo ambizioso: basti pensare alla carenza di un'istruzione pre-primaria, che dura tuttora, alle odierne percentuali di analfabeti nella popolazione e ai giovani fuori dalla scuola.

Ogni trattazione della scuola in India prima dell'indipendenza deve ricordare un autore, divenuto molto famoso anche al di fuori dell'India: si tratta di Rabindranath Tagore (1861-1941), proveniente da una famiglia che ha dato importanti contributi alla cultura indiana in vari campi anche durante il "Rinascimento Bengalese".

Tagore (nome occidentalizzato di Rabīndranāth Thākhur) è stato il primo premio Nobel indiano per la letteratura (1913), ma la sua passione predominante fu l'istruzione, per la quale fondò nel 1901 la scuola che si ispira ai valori di Gandhi è il "Barefoot College" di Sanjit "Bunker" Roy di Santiniketan. In questo college l'insegnamento avveniva nella lingua locale (il bengalese) fino ai 14 anni, veniva data molta importanza alla storia mondiale, al confronto delle culture (che sarebbe dovuto servire a evidenziare i progressi che erano stati fatti per abbattere le barriere sociali e religiose) e alle arti e ciò perché, secondo Tagore, lo sviluppo del senso estetico era importante quanto quello dell'intelletto.

Veniva esaltata la creatività e la capacità immaginativa dei bambini e delle bambine. La pedagogia era simile a quella dell'attivismo pedagogico di Dewey o della Montessori.

### 5.1.2 L'India moderna del post indipendenza

Al momento dell'indipendenza, a cui effettivamente si giunse il 15 agosto del 1947, l'istruzione elementare era in crescita (il confronto qui e per il seguito è fatto con dati degli anni 1930), sia per quanto riguarda la spesa statale che la domanda delle famiglie.

Riguardava più di 10 milioni di bambini e bambine: come al solito, il numero assoluto colpisce per la sua grandezza, ma va rapportato al numero degli abitanti (l'India all'epoca aveva poco più di 400 milioni di abitanti), o, più precisamente, andrebbe messo in relazione alla quota di popolazione in età scolare.

Se ne ricava, anche in assenza di dati precisi, che l'istruzione elementare non era molto diffusa e non era affatto universale: gli scolari a livello primario arrivavano al 40%. Anche l'istruzione secondaria era in crescita, come effettivi e come numero di istituzioni: 3.600.000 studenti, con quasi il raddoppio della spesa pubblica.

Esamineremo ora i principali eventi del periodo successivo al 1947 che possiamo suddividere in prima e dopo la "Nuova politica dell'Istruzione" del 1986.

È nel secondo periodo che si farà sentire fortemente anche nel campo dell'istruzione l'influenza delle idee neolibereiste.

Fino al 1986: In un discorso ad una delle conferenze nazionali sull'istruzione nel 1948 Nehru affermò che "L'intera base dell'istruzione deve essere rivoluzionata": ciò in contrapposizione alle proposte debolmente riformiste avanzate in precedenza.

Questa rivoluzione promessa, però, non riuscì facilmente a materializzarsi, e, tra le cause, l'accento andrebbe posto su alcune condizioni sfavorevoli in cui l'indipendenza ebbe luogo, tra cui la partizione molto netta del sub-continente.

Nel primo quindicennio di indipendenza furono messe all'opera, per specificare il programma, varie commissioni governative: la prima fu la commissione Radhakrishnan (1948), che -significativamente- si occupò di università. Questa commissione fece anche delle proposte in materia di assistenza agli studenti.

La successiva, la "Mudaliar Commission", nel 1953 si occupò di istruzione secondaria, formulando anche progetti di articolazione della scuola secondaria con corsi terminali, per evitare un eccessivo affollamento delle università. Con i lavori di una terza commissione, nel 1964, la cosiddetta Commissione Kothari, che si propose di indagare su tutti i livelli del sistema scolastico e di istruzione superiore, ribadendo principi di universalità dell'istruzione primaria e di selettività per l'istruzione secondaria e superiore. La Commissione Kothari è stata la prima commissione a considerare insieme tutti i livelli dell'istruzione e ad elaborare un piano per un "National System of Education", un Sistema Nazionale per l'Educazione. Il sistema scolastico progettato era comune a tutti gli studenti, con l'idea di assicurare la massima uguaglianza di opportunità di accesso; a questo proposito si affermò il concetto della "neighbourhood school" (scuola di vicinato), che, con la sua distribuzione capillare sul territorio, avrebbe dovuto favorire gli accessi di tutti.



## 5.2 Il diritto all'istruzione

Un importante avvenimento del luglio/agosto del 2009 è stato l'approvazione da parte dei due rami del parlamento di una legge sul diritto, anche se per anni non si è tradotta in legge.

Il nuovo governo ha così voluto mantenere le sue promesse elettorali, includendolo nel suo programma dei primi 100 giorni di attività.

Questa legge stabilisce l'obbligo per l'Unione e per gli stati locali di assicurare la scuola gratuita ed obbligatoria dai 6 ai 14 anni per tutti, in scuole di vicinato (da definire da parte degli stati e da costruire in 3 anni), e fino al completamento (livello/classe 8) della scuola elementare.

Tra "gli svantaggiati dal punto di vista dell'istruzione" sono inclusi bambini e bambini con handicap. Si tratta di una novità, tanto che il ministro dell'istruzione ha affermato che "questa è la prima volta che i bambini e le bambine con disabilità sono integrati nel sistema scolastico".

In effetti, l'India è un paese in cui "la disabilità è un importante freno al progresso verso l'istruzione primaria universale" [UNESCO 2010, 183]. Il rapporto parla di un più basso livello di iscrizioni (più di 20 punti di differenza) rispetto alla media nazionale: la partecipazione alla scuola varia secondo la gravità dell'handicap: ad esempio, è pressoché nulla nel caso dei ciechi.

Il rapporto dell'UNESCO riconduce questo fatto ad alcuni ostacoli, come la bassa percentuale di scuole (18%) accessibili agli handicappati, ma anche ad atteggiamenti nei confronti dei portatori di disabilità: si tratta di uno stigma talora condiviso dalle famiglie stesse da cui essi provengono.

La legge si è posta anche alcune questioni sulla qualità dell'istruzione, richiedendo un certo rapporto tra numero di docenti e di studenti e con la richiesta agli insegnanti di ottenere qualificazioni entro cinque anni (pena il licenziamento) e alle scuole di adeguare in tre anni le infrastrutture (pena il disconoscimento della scuola).

In materia di lingua di insegnamento, si afferma che deve essere la madrelingua "nella misura in cui ciò è praticabile".

Quanto alle numerose critiche da cui il provvedimento è stato investito, si è messo in evidenza che esso non copre gli anni 0-6 (né i 14-18); che 3 anni sono troppi per creare le scuole di vicinato, di cui manca peraltro una precisa definizione.

pagina a fianco: Tagore ritratto con alunni studenti del Barefoot Collage

## 5.3 La situazione attuale: la scuola in India oggi

Esaminiamo ora come si presenta la situazione oggi. Partiamo da alcuni dati: la varietà linguistica del sub-continente è assai grande, seconda solo a quella dell'Africa sub-sahariana. I censimenti fatti nel XX secolo hanno individuato un numero di lingue compreso tra 1500 e 2000.

Esse si riducono a 216 allorché si considerano solo quelle parlate da più di 10.000 persone.

Fondamentalmente, le lingue indiane appartengono a due famiglie: quella ariana o indo-europea e quella dravidica. Lingue della prima sono parlate nel nord dell'India (il gruppo più numeroso), della seconda nel sud: non esiste una mutua intelligibilità tra lingue delle due famiglie, che sono diverse anche per le forme di scrittura.

Nella storia dell'India hanno avuto un ruolo importante il persiano, in quanto parlato dalla dinastia Moghul, e l'inglese del Raj britannico: a differenza del primo, quest'ultimo ha tuttora, come vedremo, una grande importanza.

Il sanscrito è invece la lingua dell'India antica, in cui molti testi induisti sono scritti. L'arabo è importante per gli indiani mussulmani.

Riconoscendo la natura plurilinguistica del paese, la Costituzione indiana nell'ottava "lista" contiene un elenco di 22 lingue ufficiali tra le quali per ragioni storiche è compreso il sanscrito, che pure risulta parlato da poche decine di migliaia di persone. Queste lingue possono essere usate dagli stati.

La lingua dichiarata come lingua ufficiale dell'Unione è tuttavia (art. 343 della Costituzione) l'hindi, una lingua indoeuropea, nella forma scritta Devanagari, ed è in questa lingua che gli stati possono comunicare tra loro.

Nella Costituzione era stato originariamente previsto un periodo di quindici anni durante il quale la lingua inglese sarebbe stata considerata la lingua ufficiale "associata". Quando però si cercò di porre fine a questa situazione (alla metà degli anni '60) ci furono dei veri e propri disordini che portarono alla proroga di questa facoltà.

La Costituzione, comunque, afferma che la documentazione degli atti ufficiali del governo, compresa la Corte suprema, dovrà essere scritta in lingua inglese.

Il dettato costituzionale relativo al linguaggio da usare a scuola (art. 350A, incluso col VII emendamento della costituzione, nel 1956) prevede azioni degli stati per l'uso della madre lingua nella scuola primaria da parte dei membri delle minoranze linguistiche. La politica delle lingue da insegnare a scuola (e in cui si insegna) si è evoluta nel tempo, dopo l'indipendenza: i lavori della Commissione Kothari, proponendo la formula delle "tre lingue", hanno sintetizzato proposte precedenti.

Siccome questa formula ha un importante ruolo tuttora, bisogna trattarne più dettagliatamente, osservando preliminarmente che oggi c'è una forte pressione per l'introduzione dell'inglese ed il rafforzamento del suo insegnamento fin dal primo anno di scuola.

La politica delle "tre lingue" richiede l'uso della madre lingua o di uno standard regionale nei primi 4 anni di scuola; dal livello (classe)

5 a quello 7 si passa a due linguaggi: il secondo può essere o la lingua ufficiale dell'Unione oppure la lingua inglese; dalla classe 8 alla 10 viene introdotto nell'insegnamento una terza lingua, che può essere anche un'altra lingua moderna oppure il sanscrito (per chi parla l'hindi dalla nascita).

Alla fine di questo percorso coloro che parlano l'hindi dalla nascita dovrebbero conoscere altre due lingue, tra cui l'inglese; chi invece non parla l'hindi come lingua madre dovrebbe conoscerlo, assieme all'inglese.

Si è riconosciuto, comunque, che la lingua madre è il medium migliore per l'insegnamento primario e che l'inglese è importante nel mondo moderno. Come si è visto, il ruolo della lingua madre nell'insegnamento è stata ribadita anche nella recente legge sul diritto allo studio.

### 5.3.1 Il sistema scolastico e d'istruzione superiore indiano: Il quadro costituzionale

Nella sua forma attuale (emendamento n. 86 del 2002) l'art. 87 21A, compreso nella parte che riguarda i diritti fondamentali degli individui, stabilisce che "Lo stato fornirà a tutti i bambini e le bambine di età compresa tra 6 e 14 anni un'istruzione gratuita ed obbligatoria secondo modalità stabilite per legge dallo stato".

Lo stesso emendamento ha incluso tra i doveri fondamentali dei genitori quello di istruire i figli nella fascia di età 6-14 anni.

Tra i principi guida (art. 46) viene anche ribadita la tutela da parte dello stato delle posizioni sociali più svantaggiate, pure nel campo dell'istruzione. Tra questi principi c'era anche la diffusione dell'istruzione, ma l'efficacia di questa indicazione è stata accresciuta dall'averla trasferita poi tra i diritti fondamentali.

### 5.3.2 La struttura del sistema scolastico

La scolarizzazione e l'istruzione superiore in India è organizzata, nel caso più frequente, in quattro stadi, secondo il modello:

8 anni (elementare, di solito distinta in 5 anni di scuola primaria e 3 di scuola media) + 2 (secondaria inferiore) + 2 (secondaria superiore); a questo modello segue l'istruzione superiore, con un'articolazione interna complessa.

La scuola dell'obbligo, o comunque garantita ad ogni cittadino indiano dalla Costituzione, inizia a 6 anni.

Precedentemente alla scuola primaria troviamo, dunque, la scuola pre-primaria, che comincia un anno prima, non è obbligatoria ed è gestita localmente da alcuni stati, organi locali e Organizzazioni Non Governative.

L'istruzione superiore di carattere generale è fornita da college e da università. La differenza riguarda, tra l'altro, i titoli rilasciati: in genere i college non vanno al di là del Bachelor Degree in "Art" o in "Science" (BA, BS).

Quanto alle università, il sistema consiste di università centrali, statali e di "deemed to be universities" e di vari tipi di istituzioni superiori costituiti in base a legislazione nazionale o statale: i 7 "Indian Institute of Technology" (IIT), ad esempio.

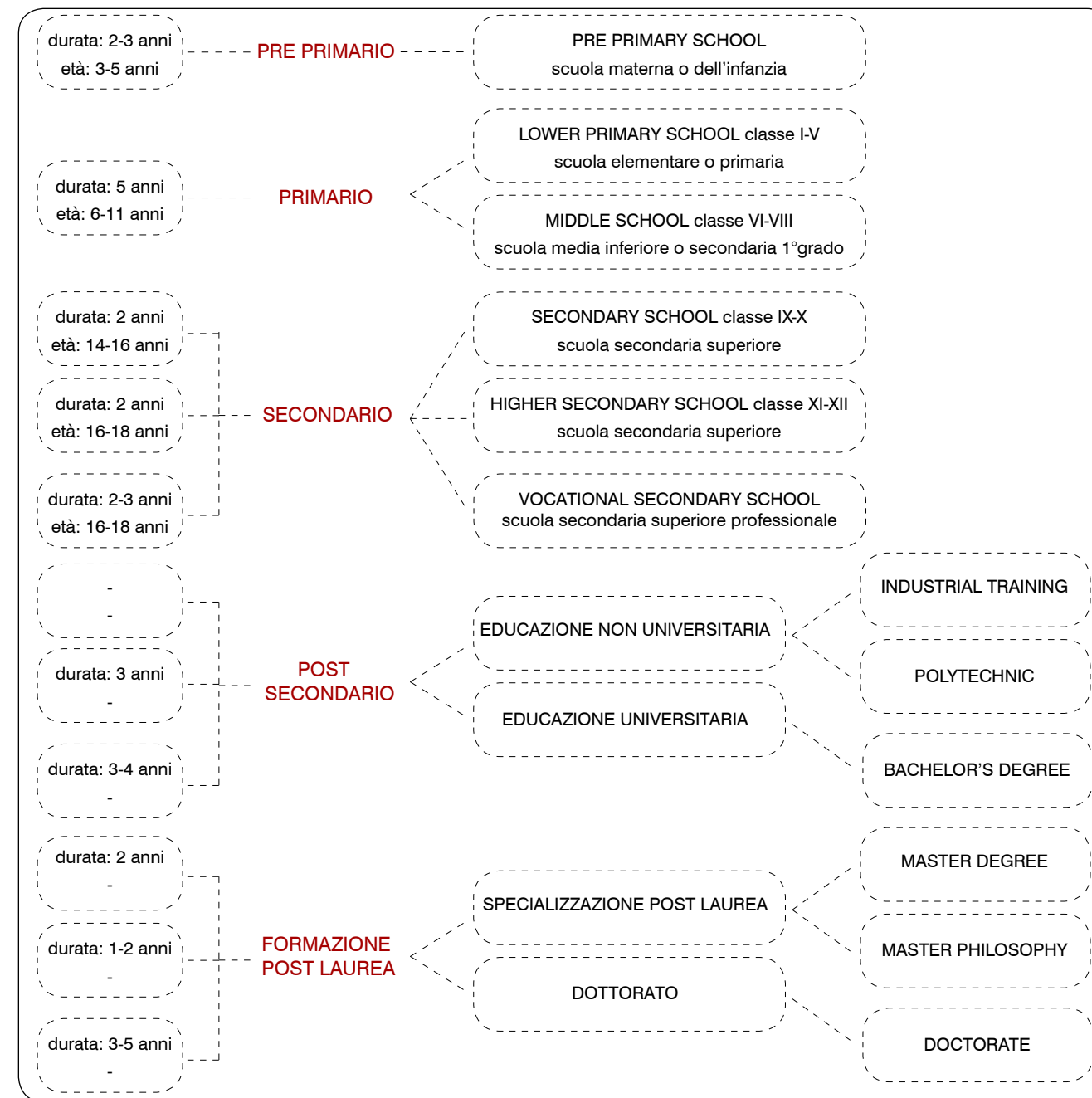
I titoli sono di tre livelli: under-graduate: Bachelor Degrees (da 1 a 3 anni, ma 4 e più nel caso di materie professionalizzanti come medicina o legge).

Segue il post-graduate: Master (di durata normalmente biennale). Ai due livelli vengono anche rilasciati diplomi: quello post-graduate richiede in genere un anno. Il terzo livello è quello pre-dottorato o di dottorato: 3 anni, ma non nel caso della filosofia in cui dopo il master c'è un pre-dottorato e poi il dottorato si ottiene in 2 anni.

Secondo dati UNESCO [2009; 2010] gli insegnanti sono 738 mila nella scuola pre-primaria (sono tutte donne), 3.135.000 nella primaria (il 33% donne), 2.586.000 nella secondaria: il gruppo dal 1999 è cresciuto di quasi 600.000 unità (34% la percentuale delle donne); nell'istruzione terziaria, quella comunemente chiamata "istruzione superiore", infine, si parla di 539.000 "teaching staff" la "media" o "primaria superiore".



pagina a fianco: un tipico "scuolabus"



### 5.3.3 Il problema dell'analfabetismo, specialmente nelle aree della campagna indiana

Per quanto concerne le percentuali di analfabeti nella popolazione adulta, secondo i dati del rapporto UNESCO [2010], l'India ha una percentuale di alfabetizzati pari al 66%, con un forte squilibrio di genere: la percentuale dei maschi sale a 77, quella delle femmine scende invece a 54. Esso scende ulteriormente al 47% in ambiente rurale, per arrivare fino al 33% in uno stato come il Bihar.

Da ricordare anche che qui per adulti si intendono gli individui di età maggiore di 24 anni, mentre "giovani" sono quelli compresi nella fascia di età 15-24 anni.

Per interpretare le percentuali UNESCO sugli analfabeti bisogna ricordare l'avvertenza contenuta nel rapporto del 2009: "i dati sull'alfabetismo che sono usati qui si basano su metodi di valutazione convenzionali -sia autovalutazioni che dichiarazioni di parti terze, che indicatori di riuscita scolastica usati come proxy- e pertanto devono essere interpretati con cautela.

Non sono basati su alcun test e possono sovrastimare i livelli di alfabetismo reali".

Si tratta di un'affermazione generale, scritta pensando a tutti i paesi del mondo; nel caso specifico dell'India, dove censimenti che raccolgono dati in materia si tengono dal 1872, le stime sono ottenute in base alle risposte a domande quali: "Sei capace di leggere e scrivere?".

Sempre a proposito di statistiche ufficiali, vari autori ne hanno segnalato la non sempre alta attendibilità. Il recente rapporto dell'UNESCO [2010] mette in evidenza un fatto ancora più grave. Alla base della mancata rilevazione vi sarebbe in alcuni casi il non riconoscimento che dei bambini e delle bambine esistono in vita: da cui la mancanza di certificati di nascita che consentono l'iscrizione alle scuole governative.

Secondo uno studio sugli slum di Delhi è stato osservato che solo la metà di essi era iscritto alle scuole, di contro a statistiche ufficiali che riportavano il 90%.

La spiegazione stava nel fatto che parecchi genitori non avevano una residenza ufficiale ed erano privi dei necessari certificati: in tal modo avviene che "allo scopo della registrazione nelle scuole le autorità non sanno che questi bambini e bambine neanche esistono"

### 5.3.4 Le disuguaglianze

Altri dati UNESCO [2010, 161-3] sono ricavati da uno studio sulla marginalizzazione nell'istruzione: essa è definita, "come uno svantaggio acuto e persistente radicato in disuguaglianze sociali sottostanti. Rappresenta un esempio di "ingiustizie chiaramente rimediabili". Si evidenzia, oltre al dislivello di aspettative di vita scolastica di ricchi e poveri, che il 20% della popolazione più povera ha il 50% dei livelli più bassi di istruzione, che il 18% della popolazione ha meno di 4 anni di istruzione (con una differenza di sette punti tra maschi e femmine e con un valore massimo del 60% tra le ragazze del quintile più povero); il 20% si trova, invece, in una situazione di "estrema povertà" dell'istruzione: meno di due anni, con 15 punti di differenza tra maschi e femmine ed un valore massimo del 30% per le ragazze in ambiente rurale.

In complesso, dunque, la "marginalizzazione" nell'istruzione sembra molto diffusa in India e le disuguaglianze, anche ad un primo esame, appaiono assai forti.

Sull'istruzione primaria esiste anche un utile lavoro di documentazione delle ricerche condotte, con particolare riferimento alle aree rurali. Si tratta di una rassegna (del 2004) della "Azim Premji Foundation", un'organizzazione non-profit che opera dal 2001 nel campo dell'istruzione elementare in aree rurali.

Lo studio, del 2004, esamina la letteratura sull'istruzione elementare nell'India rurale e presenta i fattori che spiegano la carente partecipazione: essi sono classificati in fattori economici, quali povertà, lavoro minorile, costi diretti ed indiretti dell'istruzione; in fattori socio-culturali, quali modelli matrimoniali e familiari, sistema di caste, religione; socio-demografici, quali famiglia e suoi caratteri, condizioni sanitarie, migrazione, ecc..

Naturalmente, si tratta di fattori che operano congiuntamente, anche se nel testo non è fatto alcun tentativo né di valutare il loro peso, né di descrivere la complessa rete causale coinvolta.

## 5.4 Il ruolo degli insegnanti nell'istruzione scolastica

### 5.4.1 L'istruzione pre-primaria

Per accedere all'insegnamento nella scuola pre-primaria sono richiesti da 10 a 12 anni di scuola, più un corso propedeutico, di preparazione all'insegnamento della durata di uno o due anni.

Gli insegnanti della scuola pre-primaria sono 738.000, e sono nella totalità donne.

E' soprattutto dal 1990 che vi è un'attenzione a questo tipo di istruzione precedente agli anni della cosiddetta scuola dell'obbligo, e gli insegnanti si occupano dell'insegnamento con un approccio olistico, non limitato alla sola sfera educativa.

Ciò anche in relazione al fatto, come si è già visto in precedenza, che la condizione dell'infanzia in India non è buona, con alti tassi di mortalità e di un gran numero di bambini e bambine sottopeso, con

ritardi di sviluppo e malnutrizione.

Si tratta di una forma di istruzione che è in anni recenti cresciuta vertiginosamente, ma che presenta seri problemi di qualità dal punto di vista della formazione degli insegnanti, spesso assai poco pagati, e del controllo da parte degli stati (che spesso manca).

Come si è ricordato sopra, l'istruzione pre-primaria non è stata inclusa nel diritto all'istruzione, e pertanto la responsabilità della sua gestione non è del dipartimento dell'istruzione, ma di un ministero delle donne e dello sviluppo infantile.

### 5.4.2 Gli insegnanti della scuola primaria

Per quanto riguarda gli insegnanti della scuola primaria, secondo i dati UNESCO [2009] sono 3.338.000 (44% donne).

Per l'insegnamento nella primaria sono richiesti 10/12 anni di scuola e uno o due anni di un corso specifico propedeutico all'insegnamento, così come dovrebbe avvenire per gli insegnanti del ciclo scolare pre-primario.

Un breve articolo sulla condizione degli insegnanti primari in 5 stati [Ramachandran, Bhattacharjea 2009] sulla base di una ricerca, non ancora pubblicata, finanziata dalla fondazione Azim Premji, contiene dei dati che in complesso mettono in evidenza vari aspetti negativi della loro formazione e della capacità di gestione della classe.

Per quanto riguarda la formazione degli insegnanti della primaria è in atto un'esperienza di decentramento delle strutture deputate: è stata concepita nell'ambito delle politiche di decentramento dell'istruzione e se ne è parlato come di una forma di "democratizzazione" della formazione degli insegnanti.

Fino ad epoca recente la professione insegnante è stata, a differenza di molti altri paesi, dominata dai maschi: in India alla metà degli anni '70 solo il 25% degli insegnanti di scuola primaria erano donne. Anche in relazione alle mete fissate dalla "Operazione lavagna", che si proponeva di arrivare ad un 50% di insegnanti donne, si è passati al 35% alla fine degli anni '90 ed arrivati ora al 44%, ancora abbastanza lontani dalla meta, riaffermata recentemente dagli organi statali.

#### 5.4.2.1 La scuola primaria

La scuola primaria, che nei dati UNESCO è quella della classe di età 6-10 (non comprende, cioè, la primaria superiore) ha 139.000.000 iscritti (su una popolazione in questa fascia di età di 124 milioni: il GER è pari a 112), di cui meno della metà (47%) sono femmine.

Oltre sette milioni di bambini non sono a scuola (qua115 si due terzi: il 64% sono femmine): l'India ospita così il 10% dei non scolarizzati nel mondo in questa fascia di età.

Oltre che relativi agli accessi a questa scuola, i problemi riguardano sia la sua capacità di trattenere e portare al conseguimento di un titolo di fine degli studi chi vi accede che, più in generale, la sua "qualità".

L'immagine complessiva che si ricava da queste prime statistiche sulla scuola primaria è allora che c'è una crescita della scolarizzazione, con una riduzione delle disuguaglianze di genere; sembrano ridursi anche altri aspetti negativi, quali l'incapacità di trattenere gli studenti nella scuola, anche se i loro valori permangono alti.

La scuola primaria è stata oggetto, nella seconda metà degli anni '90, di una famosa indagine: il cosiddetto "Rapporto PROBE". Si tratta di un'indagine compiuta negli stati più problematici per l'istruzione in ambiente rurale del Bihar, più l'Himachal Pradesh (studiato, invece, come modello da imitare), comprendenti in complesso circa il 40% della popolazione indiana. Il metodo di raccolta dei dati è stato il quello della ricerca a campione con questionario (sample survey), integrato da tecniche di raccolta di dati qualitativi.

Il rapporto rimane uno dei non molti esempi di ricerca sociale in campo educativo in India, come lamenta la Banca mondiale [World Bank 2009, 62], che riporta alcuni dati in proposito: essi evidenziano lo svantaggio di questo paese in termini di indagini, libri e numero di articoli in argomento.

Il rapporto PROBE ha documentato le condizioni precarie dell'istruzione primaria in India e volle contrastare quello che veniva definito un "mito": l'idea che i genitori indiani non volessero mandare i figli a scuola. A questo proposito, il rapporto presentava le risposte dei genitori che indicavano quanto questi valutassero l'importanza dell'istruzione per i loro figli: se la partecipazione era bassa, dipendeva dalla bassa qualità della scuola loro offerta dalle istituzioni pubbliche. Altri miti da contrastare riguardavano la supposta gratuità e disponibilità della scuola e l'imputazione al lavoro minorile della mancata frequenza.

Il rapporto affrontò anche la questione degli insegnanti e attribuì molta importanza per capire il loro scarso rendimento a fattori quali le altre richieste che vengono fatte al loro ruolo, le condizioni in cui devono operare e la bassa qualità della loro formazione.

Un'altra importante indagine è quella di Mehrotra [2006a,b], basata principalmente su un survey condotto per conto dell'UNICEF alla fine del secolo scorso in 8 stati indiani, tra i quali quelli BIMARU e poi Bengala occidentale ed Assam, anch'essi con una scolarizzazione inferiore alla media, Andhra Pradesh (tutti del nord-est) e, infine, Tamil Nadu, come rappresentante degli stati del sud, con maggiori successi scolastici. Il campione riguardava 120.000 famiglie e migliaia di scuole.

L'indagine ha documentato la crescita degli accessi all'istruzione, sia pure confermando la persistente sottorappresentazione delle ragazze e di quanti provenivano da ambienti rurali. Anch'essa ha mostrato, inoltre, i problemi della ridotta capacità di ritenzione e della bassa qualità delle scuole. Per quanto riguarda, in particolare, gli insegnanti, il cui numero in India è cominciato a crescere con la NEP del 1986 e l'"Operazione lavagna", la crescita non è ancora riuscita ad eliminare i casi di scuole con un solo insegnante, né è stato ridotto il loro assenteismo.





Nei capitoli precedenti sono state trattate tematiche relative alle caratteristiche ambientali del luogo, ai materiali e alle tecniche costruttive della tradizione locale e al sistema scolastico indiano.

Quest'ultimo capitolo, pertanto, si prefigge come obiettivo quello di evidenziare come ad un'analisi completa possa e debba seguire una progettazione in grado di tener conto di tutti gli argomenti trattati, e delle indicazioni progettuali derivanti da questi.

### 6.1 I caratteri dell'involucro edilizio

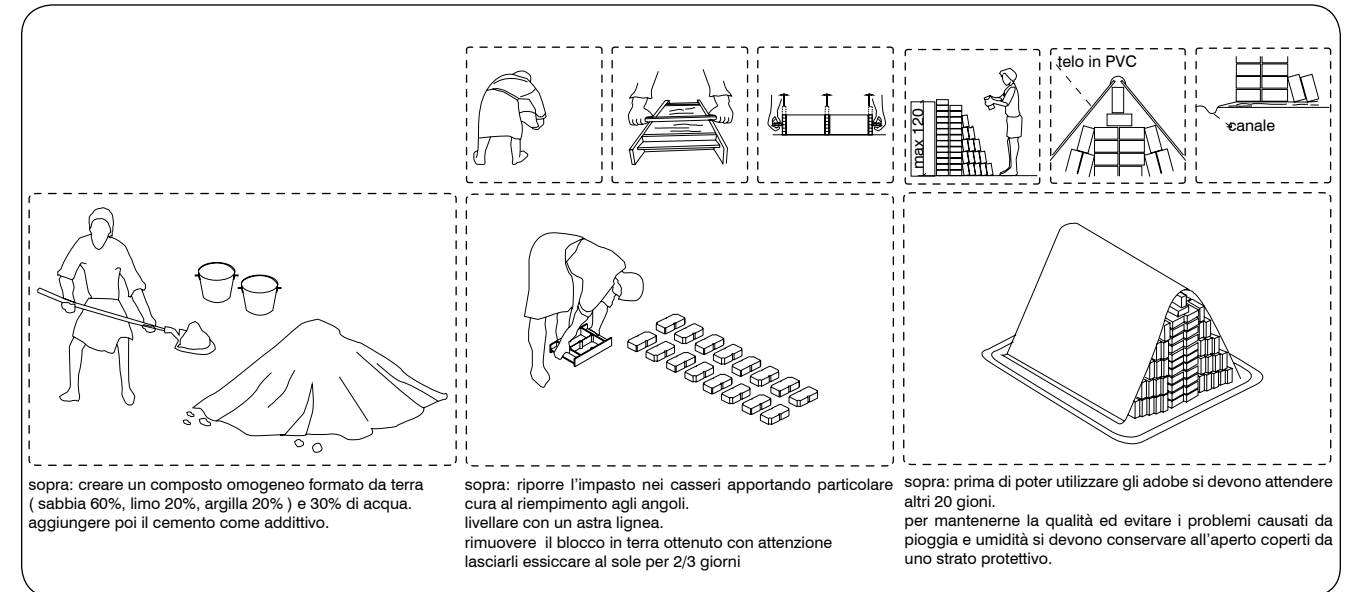
A seguito delle indicazioni derivanti dalle analisi climatiche sul sito, e dalle analisi dei materiali edilizi reperibili in loco, la struttura muraria caratterizzata da blocchi in terra cruda rinforzati dalla presenza interna di canne di bamboo è sembrata la più efficace.

I mattoni verranno prodotti in serie in loco, utilizzando uno stampo dalle dimensioni di 20 x 40 x 10(h), dimensioni che saranno poi quelle caratteristiche dei vari mattoni. Gli operatori addetti alla produzione dell'adobe, dunque, preso un impasto di terra, lo comprimeranno con forza all'interno dello stampo di legno.

La terra in eccesso dovrà essere eliminata, livellando così la superficie del mattone. Sollevata poi la forma, tenendola di costa, questa verrà portata e posata su un piano pavimentato, e già insabbiato in precedenza. In quest'area il mattone verrà sfilato dal cassero ligneo, e poi accatastato formando muriccioli dall'altezza pari a 100/150 cm.

I mattoni, lasciati riposare e seccare per almeno tre giorni, verranno protetti dalla radiazione diretta del sole, in modo da evitare la formazione di cavillature, fratture, ritiri o altri danni dovuti ad una essiccazione troppo rapida della parte superficiale del materiale, rispetto a quella interna.

Trascorso circa un mese i mattoni potranno essere utilizzati, e giuntati tra loro attraverso l'utilizzo di una malta di terra della stessa composizione, ma resa più fluida. Le proporzioni ottimali sono infatti circa 60% di sabbia, 20% di limo e 20% di argilla.

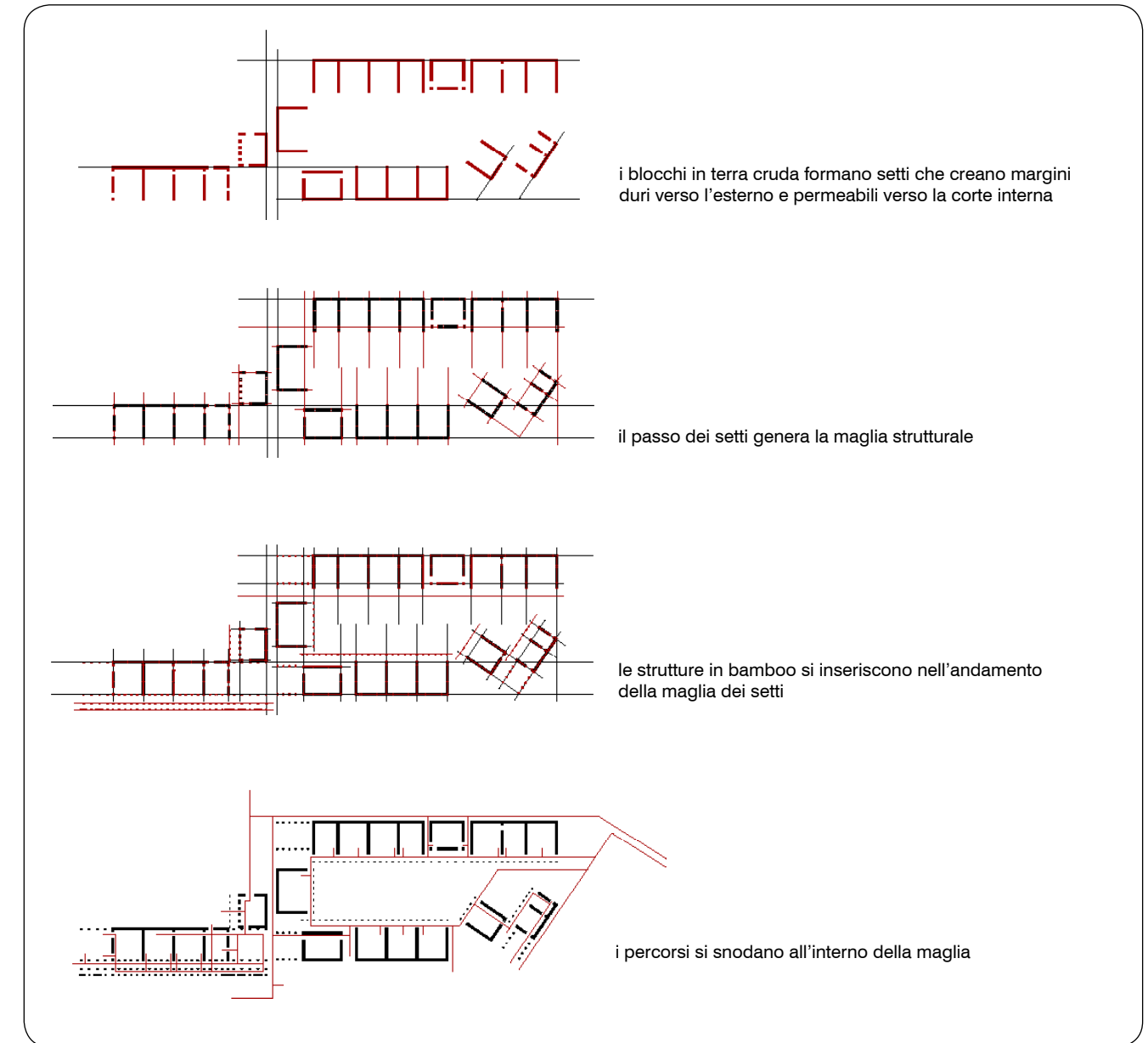
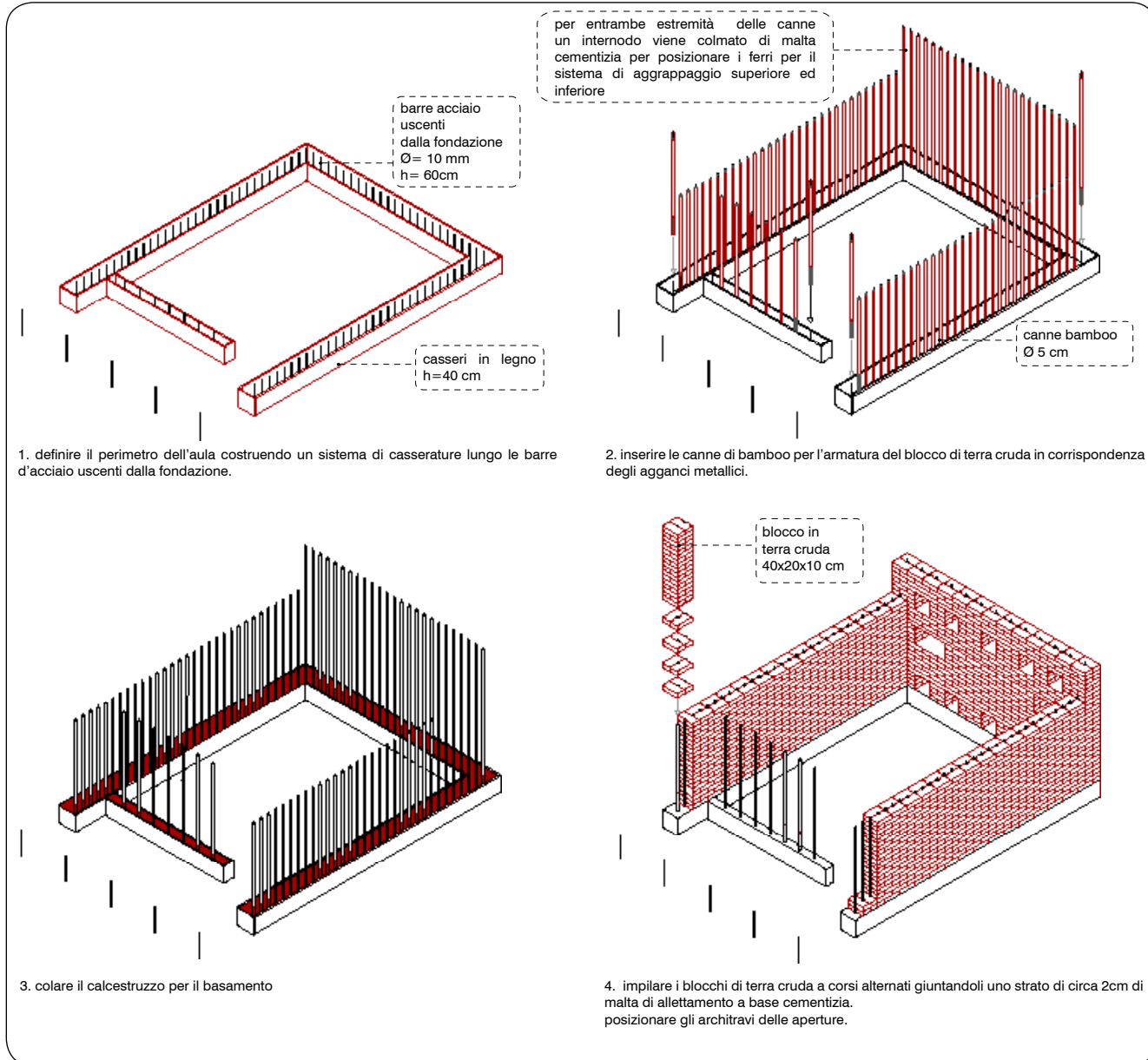


Le pareti murarie verranno poi formate sovrapponendo tra loro i mattoni, con giacitura sfalsata tra un livello e quello successivo, inserendo all'interno di ogni blocco una canna di bamboo dal diametro (Ø) di 5 centimetri.

Le canne di bambù verranno preventivamente disposte ed ancorate al sistema delle fondazioni, caratterizzato da un sistema di travi rovesce in calcestruzzo armato.

Le caratteristiche del materiale hanno dunque determinato la composizione dello spazio del progetto. I blocchi in terra danno vita a setti che creano margini duri verso lo

spazio esterno e margini permeabili verso la corte interna, che si verrà a formare accostando tra loro stanze dalle dimensioni base di 500 centimetri.

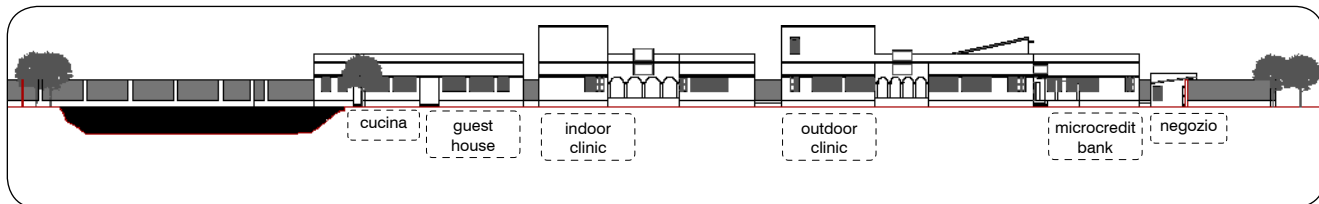


## 6.2 Una scuola per Dhaki

Il nuovo edificio, dunque, si stanzierà all'interno del complesso già esistente dell'associazione Institute for Indian Mother and Child nella realtà rurale di Dhaki, all'interno del quale, ad oggi, sono presenti: un edificio adibito a clinica outdoor, una clinica indoor, una banca per il microcredito, un piccolo negozio gestito dalle donne del luogo, e una guest house.

Tutti questi edifici, come descritto già nei capitoli precedenti, sono caratterizzati da una struttura realizzata in calcestruzzo armato e laterizio, intonacata con un intonaco di calce dal colore bianco.

sotto: panoramica complessiva degli edifici di IIMC presenti a Dhaki



Il polo scolastico si attesterà in un'area ad oggi lasciata a verde. L'ingresso sarà posto accanto all'accesso alla struttura già esistente, separando però i due passaggi. In questo modo i bambini verranno preservati dal contatto con persone malate, e dal passaggio dei mezzi di soccorso.

La scuola progettata per accogliere al suo interno una pre primary e una primary school è stata dimensionata, in funzione delle richieste da parte della committenza, per poter ospitare all'interno circa 250 studenti.

Una volta entrati, dunque, all'interno dell'area di progetto si incontreranno le prime tre aule, sede della scuola pre-primaria, a cui seguiranno le aule della scuola primaria ed infine si attesterà l'abitazione del custode.

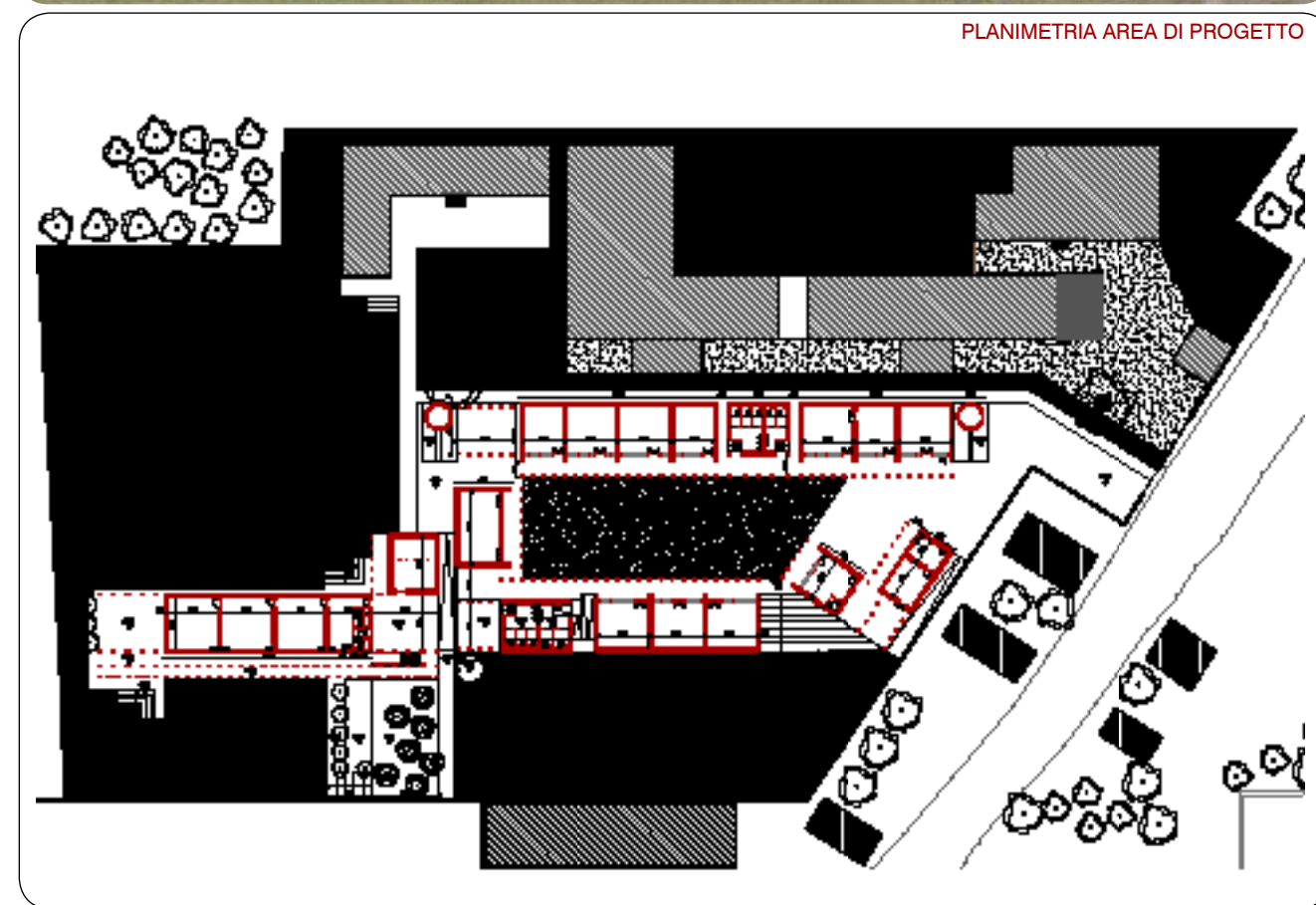
Questa sequenza di spazi genererà una forma a corte, uno spazio all'interno del quale i bambini potranno giocare, potranno sostare, rimanendo protetti e al sicuro, in prossimità delle loro aule e sotto il controllo vigile degli insegnanti.

I servizi igienici sono stati completamente integrati all'interno della forma architettonica, diversamente da quanto avviene solitamente. (Ma questo tema verrà meglio affrontato nelle pagine seguenti).

sotto: panoramica complessiva dell'area dove sorgerà il nuovo polo scolastico



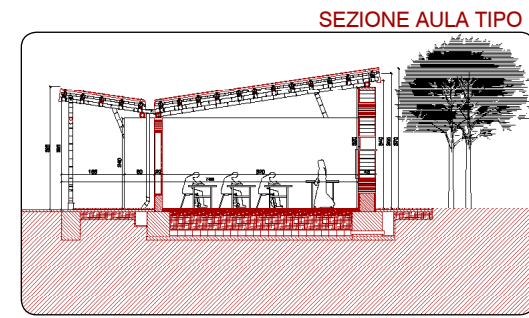
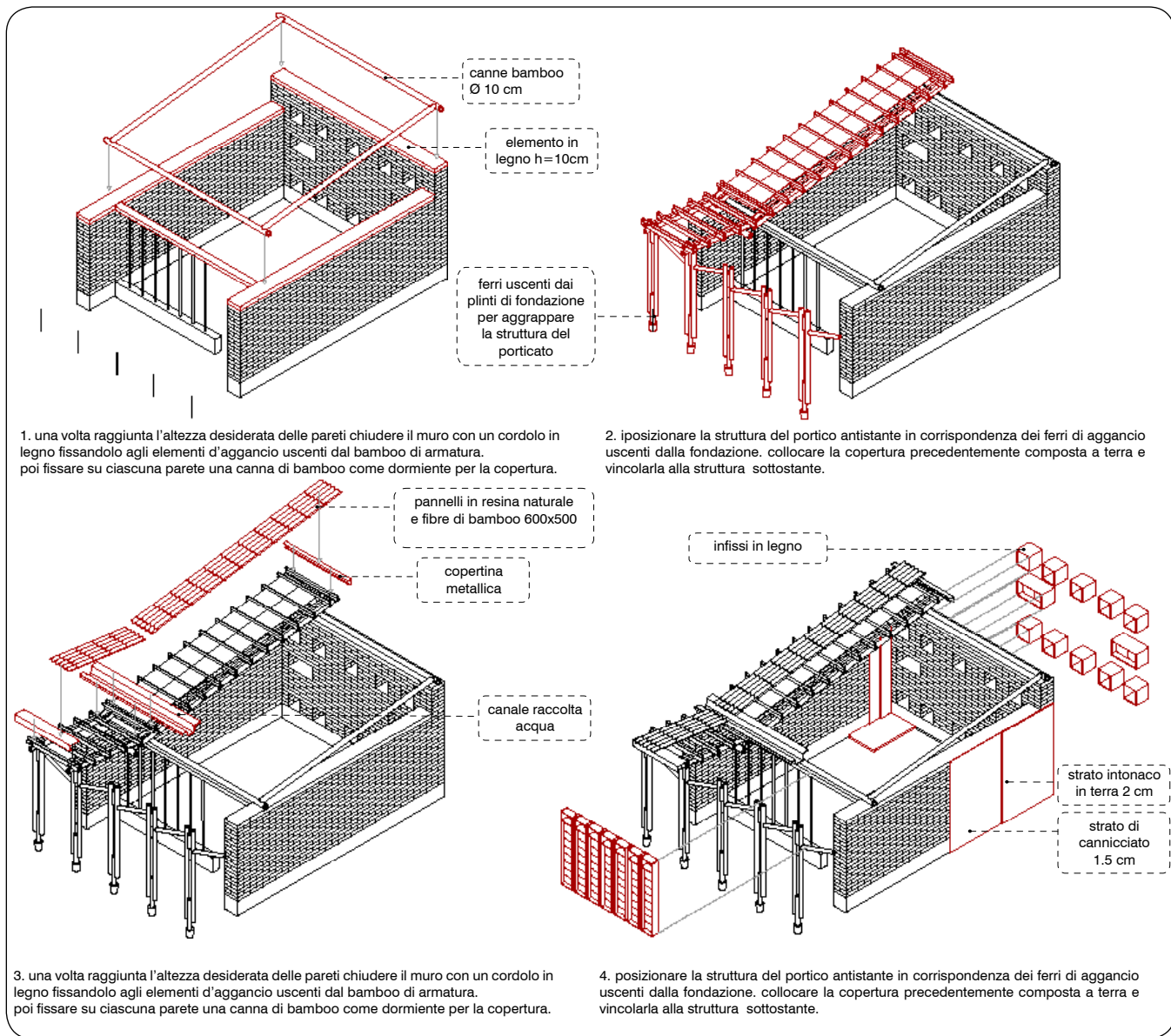
PLANIMETRIA AREA DI PROGETTO



La struttura del polo scolastico dunque, sarà caratterizzata dalla forma a corte, dalla scansione degli spazi dovuta alla scelta del materiale della costruzione, e allo stesso tempo sarà caratterizzata dalla presenza di un portico, di un camminamento protetto, attraverso il quale si potrà poi accedere alle aule.

La copertura di questo portico -che posizionandosi davanti agli spazi dello studio li schermanà dall'ingresso della radiazione solare assolvendo la funzione di "spazio filtro"- diventerà un tutt'uno con la copertura della scuola, dando vita ad un gioco di inclinazioni della falda.

La duplice inclinazione del tetto permetterà, dunque, di raccogliere le acque all'interno di una canale di scolo dimensionata in relazione alla portata di acqua della copertura, come si vedrà nel capitolo seguente relativo al trattamento delle acque meteoriche.



### 6.3 L'ostello per le fanciulle

Alle spalle del nuovo polo scolastico, adiacente al bacino idrico presente all'interno dell'area, si atterrà la struttura adibita ad ostello per le fanciulle.

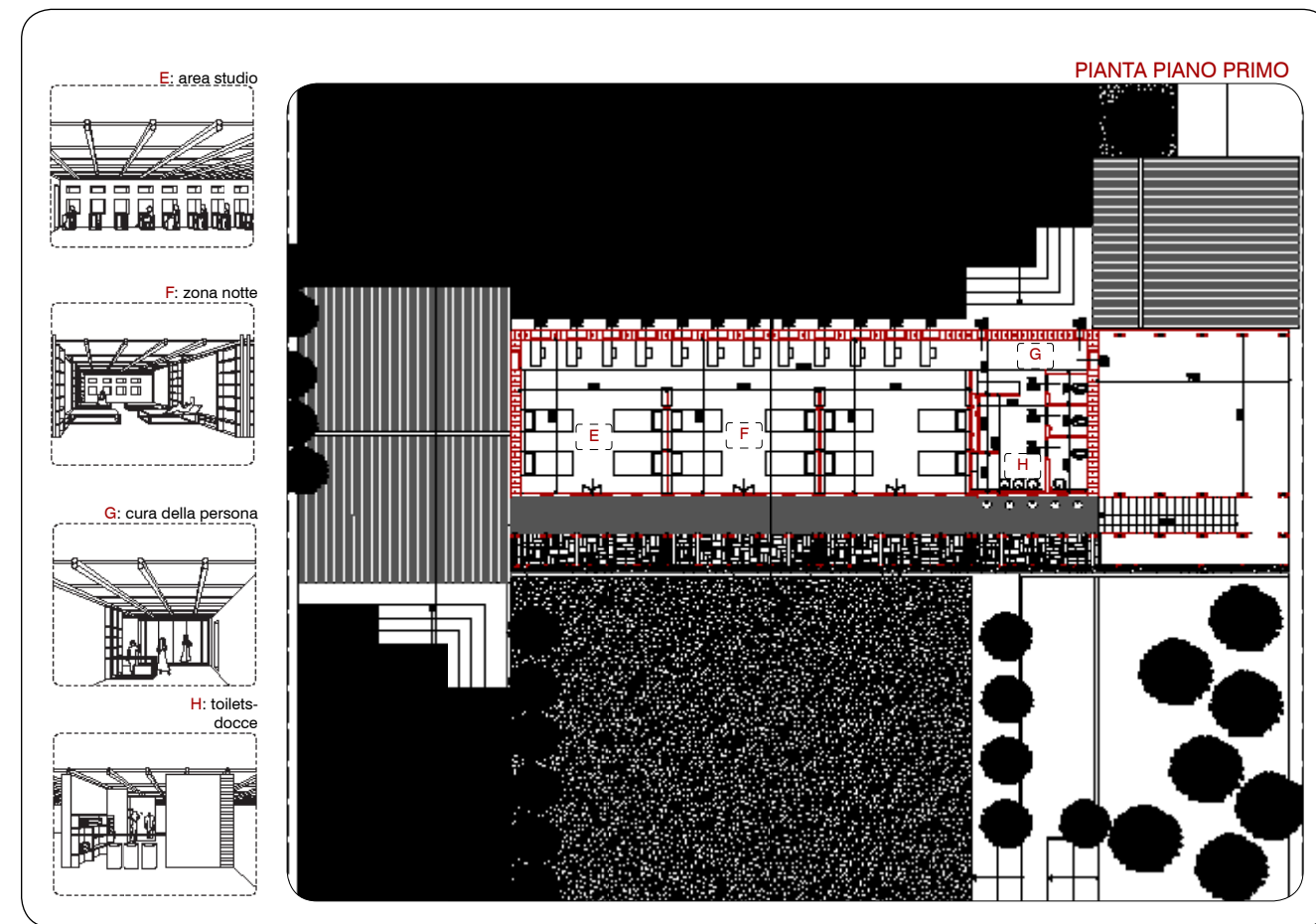
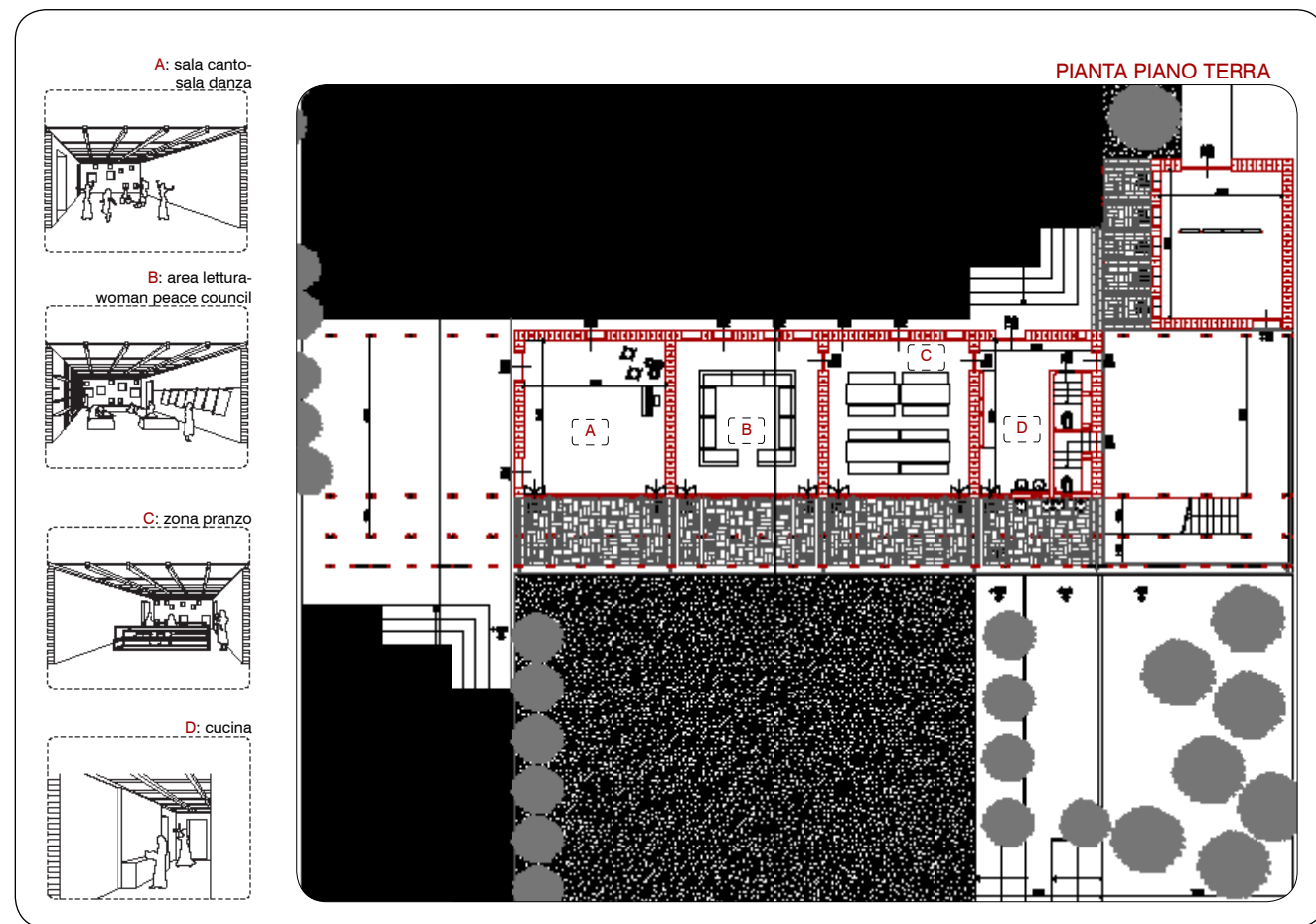
All'interno di questo edificio, infatti, verranno ospitate le alunne impossibilitate a tornare a casa una volta terminato l'orario scolastico, in modo da stimolare e favorire la scolarizzazione delle ragazze anche all'interno della cultura del villaggio.

Le donne, infatti, soprattutto in queste aree agricole lontane dalle città, sono ancora relegate al loro ruolo di figlie, mogli e poi

madri, pertanto la loro frequenza scolastica spesso finisce nell'età prossima allo sviluppo sessuale, quando appunto possono vestire il ruolo di madre.

La struttura dell'ostello, che si svilupperà su due piani, potrà ospitare al suo interno fino a 12 ragazze.

Al piano superiore verranno ospitate le stanze, tre stanze con all'interno quattro letti ciascuna e altrettante scrivanie per lo studio privato, e i servizi igienici, mentre a piano terra vi sarà la cucina, il refettorio e due aule adibite ad ospitare gli incontri tra le giovani e a coltivare le loro passioni, quali il canto e la danza.



I caratteri e i materiali architettonici sono stati adottati in continuità con quelli utilizzati per la struttura scolastica prima descritta.

Questa scelta è stata fatta in primo luogo per esigenze climatiche e di reperimento di materiale, come già visto nel paragrafo precedente, ma anche per generare un continuum tra due strutture aventi funzioni diverse ma facenti parte del medesimo atto progettuale.

Pertanto i setti murari genereranno il ritmo dello spazio,

caratterizzato dalla struttura pesante dei blocchi delle pareti e dalla leggerezza del bamboo usato per sostenere la copertura del porticato antistante le stanze.

Le due strutture, però, si differenzieranno nel sistema di copertura.

Al fine di garantire un maggior apporto derivante dalla ventilazione trasversale e dall'ingresso della radiazione solare, e per coprire una luce di circa 9 metri, infatti, l'ostello sarà caratterizzato da una copertura a capriata, realizzata in bamboo.

#### 6.4 L'alternanza degli spazi aperti e degli spazi coperti determina il carattere del progetto

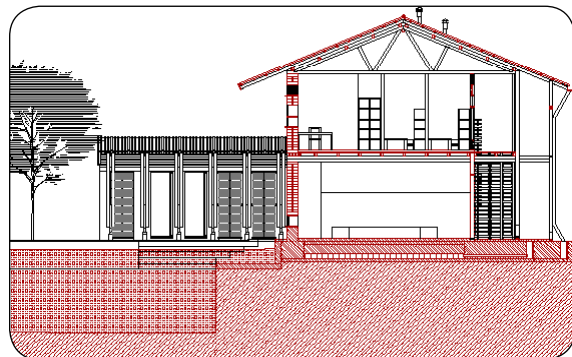
I temi dello spazio aperto e dello spazio coperto sono stati trattati come veri e propri temi progettuali.

La buona riuscita di un progetto, infatti, è determinata anche da un'attenta progettazione degli spazi di collegamento tra un'area ed un'altra, degli spazi aperti a servizio dei fruitori della scuola, degli spazi adibiti a campi coltivabili dalle giovani fanciulle nei pressi della struttura dell'ostello.

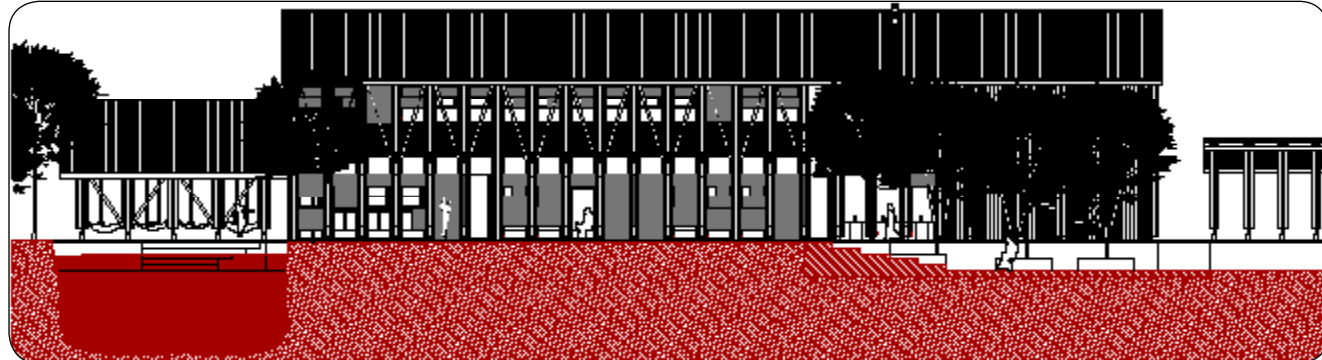
E' per questo motivo che si sono voluti destinare degli spazi adiacenti ai due edifici progettati al ruolo di patii a disposizione di chi vivrà la nuova realtà. Ad esempio gli studenti, durante i momenti di pausa dalle lezioni, potranno giocare al coperto, così come le ragazze potranno rilassarsi e dondolarsi su delle amache riparandosi all'ombra della copertura.

I patii della scuola saranno dunque caratterizzati dalla medesima struttura della copertura dell'edificio scolastico, mentre il patio adiacente all'ostello sarà caratterizzato dalla copertura a capriata in bamboo. Il patio dunque avrà una sezione riconducibile alla sezione dell'edificio a cui verrà affiancato.

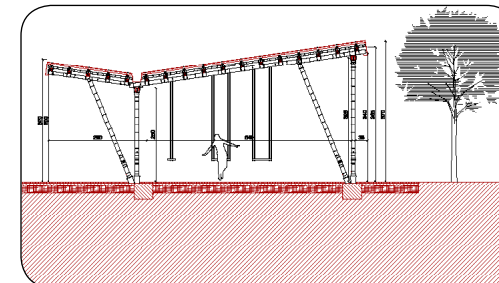
SEZIONE TRASVERSALE



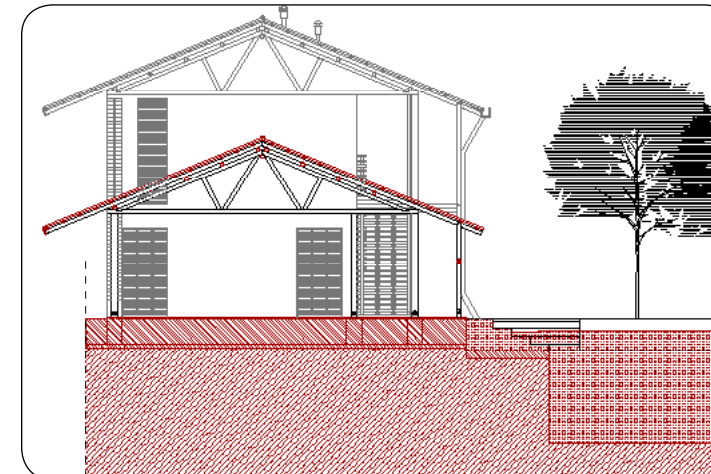
PROSPETTO SUD OSTELLO



SEZIONE PATIO  
DI PERTINENZA DELLA SCUOLA



SEZIONE PATIO  
DI PERTINENZA DELL'OSTELLO



Attenzione è stata posta anche nei confronti del tema della progettazione dello spazio aperto, destinando un'area tra il muro di cinta –confine invalicabile dell'area di progetto- e la scuola a spazio giochi per gli studenti.

Si è pertanto cercato di trovare lo spazio all'interno del lotto, affinché i bambini potessero godere di questo spazio senza ricercarlo all'esterno della struttura scolastica.

Ad oggi , infatti, molti edifici scolastici non hanno aree destinate a play-ground, e per questo motivo, spesso, i bambini si spingono all'esterno degli edifici per poter giocare, correre, ridere e scherzare.

L'idea di trovare uno spazio all'interno del confine scolastico è volta a far sì che i bambini si appropriino del luogo, sentendolo loro, sentendolo un luogo capace di offrire sia il tempo per l'istruzione ma anche il tempo per il gioco.

Per le fanciulle, invece, verrà predisposto uno spazio rivolto a garantire il tempo del lavoro, della coltivazione della terra, della possibilità di vendere i prodotti coltivati proprio all'interno del complesso di Dhaki presso il negozio posto all'ingresso della struttura. Nei pressi dell'ostello infatti, i terreni verranno coltivati e concimati ciclicamente utilizzando il compost derivante dai servizi igienici della struttura.

Ogni parte del progetto, dunque, sarà in grado di funzionare in maniera autonoma, ma –e questa è stata la nostra ricerca, in quanto progettiste - la sinergia tra gli spazi e la loro omogeneità sarà percepibile e riconducibile ad un unico disegno progettuale in armonia con il luogo.

## 6.5 Il sistema di approvvigionamento idrico esistente

La città di Calcutta è ben servita da un sistema acquedottistico diffuso largamente su tutto il territorio metropolitano e gestito dalla Kolkata Municipal Corporation.

Per tutti coloro che non possono permettersi l'allacciamento privato alle rete pubblica, e per coloro che non possiedono un abitazione, è possibile trovare lungo le strade della città numerose fontane e mezzi con pompa manuale o elettrica.

L'acqua distribuita è di buona qualità, secondo il parere degli abitanti, e viene trattata con metodologie molto avanzate paragonabili agli standard europei.

Gli impianti sono principalmente di due tipologie: la prima preleva l'acqua dalla falda sotterranea e la seconda utilizza invece acqua superficiale. Considerata l'ingente presenza di arsenico in profondità, per impianti a grande scala, trattare l'acqua estratta da fiumi o laghi può risultare meno dispendioso e complicato.

L'impianto che capta l'acqua dalla falda sotterranea è caratterizzato dalla presenza di una pompa elettrica che preleva l'acqua da una profondità di circa 300 metri, portandola ad un serbatoio pensile, di capienza variabile a seconda della grandezza dell'impianto e dal numero di utenze, da cui si ramifica una rete per la distribuzione alla città o al villaggio.

Per quanto riguarda invece l'impianto che preleva acqua superficiale, l'acqua viene estratta dal fiume o dal lago mediante l'utilizzo di pompe elettriche, dopodiché entra in un impianto di trattamento per la potabilizzazione.

Dal sistema di potabilizzazione l'acqua viene successivamente stoccata in serbatoi sotterranei, da cui viene pompata su serbatoi pensili per poi essere distribuita per gravità al villaggio o alla città.

La gestione dell'approvvigionamento idrico per le zone più periferiche e rurali di Calcutta è affidato alla PHE (Public Health Engeneering Department), dipartimento ingegneristico che si occupa della salute pubblica ed in particolare della fornitura di acqua potabile nelle zone più emarginate. La rete di acquedotti del Dipartimenti di salute ed energia pubblica nei villaggi rurali distribuisce acqua potabile, mediante delle fontane pubbliche o dei semplici rubinetti, soltanto lungo la strada principale, quindi ad un numero limitato di persone, per un totale di 66 serbatoi pensili distribuiti nei vari villaggi.

Questi serbatoi, dimensionati in funzione del numero di utenze, hanno una capienza variabile fra 350 mq e 1500 mq con un'altezza dal suolo di circa 20-30 metri, a seconda della quota energetica richiesta per una buona distribuzione.

È possibile richiedere alla PHE un allacciamento privato alla rete, pagando una somma di 30 rupie (0.50 Euro) al mese. Ciò sembra essere una pratica poco diffusa per motivi economici (per alcune famiglie può essere un costo troppo elevato visto lo stipendio medio di 60 rupie al giorno per famiglia) e per motivi sociali (nelle zone rurali la donna ha sempre avuto il compito di andare a prelevare l'acqua al pozzo, più volte al giorno, perciò avere l'acqua in casa non è considerata una priorità).

Poiché questi punti di approvvigionamento pubblici sono localizzati esclusivamente lungo la strada principale e la distribuzione della risorsa non è continuativa durante tutto l'arco della giornata (spesso la distribuzione dell'acqua avviene per quattro ore al giorno, due al mattino e due nel pomeriggio) gli impianti forniti dalla PHE non risultano sufficienti a garantire un adeguato servizio per interi villaggi che in certi casi arrivano a contare anche 20.000 abitanti.

Per questo motivo le aree rurali sono disseminate di pozzi con pompe manuali, alcuni privati e altri pubblici.

I primi vengono costruiti e gestiti da gruppi familiari per ovviare alla distanza dal primo punto di approvvigionamento pubblico, ma vengono costruiti nel modo più economico possibile, andando a perforare poco in profondità e non preoccupandosi della contaminazione dovuta a sostanze inquinanti nella zona, rendendoli perciò molto vulnerabili.

Le pompe private pescano ad una profondità compresa tra i 30 e i 70 metri; a queste profondità la possibilità di trovare acqua non di buona qualità è abbastanza alta; ciò è dovuto al fatto che l'inquinamento biologico, dovuto a scarichi superficiali o alla presenza di latrine nell'area, percola nel sottosuolo.

È importante ricordare il problema, in tale area, della presenza di arsenico in concentrazioni elevate che, secondo alcuni studi, è contenuto in una fascia di terreno compresa tra i 30 e gli 80 metri di profondità.

### 6.5.1 La perforazione del terreno per l'installazione di pompe

Ci sono diversi metodi per perforare il terreno per l'installazione di un pozzo: scavando manualmente, trivellando, conficcando una punta in acciaio di peso notevole, mediante un getto idraulico, mediante percussione, ma in genere per pozzi a grande profondità si utilizza il metodo rotazionale con getto d'acqua o di fango.

Un fluido di perforazione (fango) viene pompato all'interno delle aste di perforazione e poi ritorna alla superficie lungo l'intercapedine anulare tra le aste e le pareti del perforo. Il fango raffredda l'utensile di scavo, trasporta alla superficie i detriti di perforazione e previene il frammento delle pareti del perforo.

Il fluido di perforazione può essere acqua chiara o acqua mescolata con bentonite o con altri prodotti colloidali.

I vantaggi sono diversi, in quanto con questa tecnica è possibile perforare qualsiasi tipo di terreno, duro e tenero; si possono raggiungere profondità significative, è un metodo poco costoso.

Gli svantaggi invece sono causati dalla poca precisione nel definire la quota di livello dell'acqua del pozzo, e degli eventuali strati acquiferi; e dalla possibile contaminazione dovuta al fluido di perforazione che può penetrare nel terreno rendendo molto difficile la sua totale eliminazione.

Come materiali per i tubi di rivestimento, chiamati anche tubi camicia del pozzo, si possono usare diversi prodotti: acciaio normale e inossidabile, plastica (PVC, ABS, Teflon, polietilene, ecc.),

fibra di vetro o altri del genere; l'acciaio normalmente è facilmente soggetto alla corrosione mentre quello inossidabile può creare dei problemi per la presenza di cromo. Gli altri prodotti sintetici invece non creano problemi; solo in certi casi il PVC può non essere adeguato, ciò dipende dalla tipologia di inquinante.

Le giunzioni tra i vari spezzoni di tubo possono essere fatte o mediante saldatura o mediante filettatura; se si usano tubi in acciaio avvitati non si deve lubrificare la filettatura, mentre se si usano tubi di materiale plastico non si devono usare colle speciali e ciò perché i prodotti usati in entrambi i casi possono essere fonte, anche se temporanea, di alterazioni chimiche dell'acqua.

Ogni pozzo deve inoltre essere cementato nella parte superiore (per qualche metro) affinché l'acqua superficiale non trovi una via preferenziale per infiltrarsi nel sottosuolo. Importante è fare attenzione che il cemento non arrivi a contatto con l'acqua di falda perché, contenendo un'elevata quantità di carbonati di calcio, tende a far aumentare il valore del PH dell'acqua.

Nelle perforazioni eseguite dalla pubblica amministrazione, che arrivano ad una profondità di 300 metri e il cui diametro si aggira attorno ai 250 millimetri, una volta inserito il tubo camicia del pozzo con finestrate alla profondità desiderata, viene riempito lo scavo con 9 metri cubi di ghiaia per creare il dreno di altezza di circa 200 metri per la captazione dell'acqua da parte della pompa.



a lato: esempio di tipica pompa a mano, Dhaki



sotto : costruzione della pompa d'acqua presso Prasadpur





Poiché questi punti di approvvigionamento pubblici sono localizzati esclusivamente lungo la strada principale e la distribuzione della risorsa non è continuativa durante tutto l'arco della giornata (spesso la distribuzione dell'acqua avviene per quattro ore al giorno, due al mattino e due nel pomeriggio) gli impianti forniti dalla PHE non risultano sufficienti a garantire un adeguato servizio per interi villaggi che in certi casi arrivano a contare anche 20.000 abitanti.

Per questo motivo le aree rurali sono disseminate di pozzi con pompe manuali, alcuni privati e altri pubblici.

I primi vengono costruiti e gestiti da gruppi familiari per ovviare alla distanza dal primo punto di approvvigionamento pubblico, ma vengono costruiti nel modo più economico possibile, andando a perforare poco in profondità e non preoccupandosi della contaminazione dovuta a sostanze inquinanti nella zona, rendendoli perciò molto vulnerabili.

Le pompe private pescano ad una profondità compresa tra i 30 e i 70 metri; a queste profondità la possibilità di trovare acqua non di buona qualità è abbastanza alta; ciò è dovuto al fatto che l'inquinamento biologico, dovuto a scarichi superficiali o alla presenza di latrine nell'area, percola nel sottosuolo.

È importante ricordare il problema, in tale area, della presenza di arsenico in concentrazioni elevate che, secondo alcuni studi, è contenuto in una fascia di terreno compresa tra i 30 e gli 80 metri di profondità.

### 6.5.1.1 Funzionamento di una pompa manuale

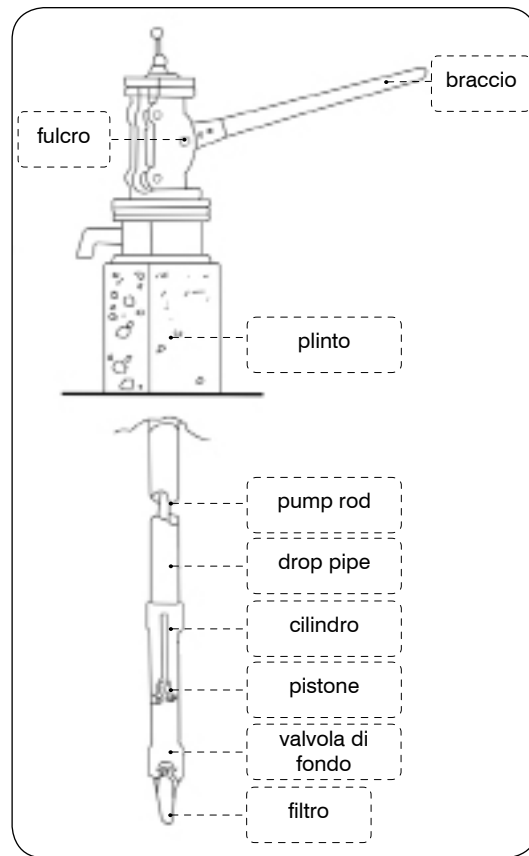
L'acqua viene estratta sollevando ed abbassando la leva della pompa; un buon pompaggio permette di estrarre una portata di acqua di circa 900 litri/ora.

Il funzionamento di una pompa manuale è abbastanza semplice: l'acqua viene sollevata da un pistone (plunger) dotato di una valvola di non ritorno che viene alzato e abbassato in un cilindro (cylinder pipe) alla cui base è posizionata un'altra valvola di non ritorno (foot valve).

Il pistone viene mosso da una serie di aste connesse ad una leva sulla sommità della pompa. Il funzionamento è basato sul principio che l'acqua si sposta da aree ad alta pressione ad aree a bassa pressione. La valvola di non ritorno al piede permette, dunque, all'acqua di fluire dalla parte inferiore della tubazione al cilindro, ma non le permette di tornare nuovamente nel pozzo.

Una seconda valvola di non ritorno presente nel pistone permette all'acqua di fluire dal cilindro alla tubazione, ma non di ridiscendere.

Queste descritte sono pompe molto funzionali, di semplice installazione, ma che necessitano di manutenzione, anche settimanale, che consiste nel controllare lo stato delle componenti, nel mantenere pulite le zone adiacenti, nel controllare le perdite e nel controllare la portata.



Spesso capita di trovare pompe non funzionanti, soprattutto quelle private, lasciate in disuso a causa della non competenza per la manutenzione o per l'elevato costo di riparazione.

Pertanto insegnare alle persone del luogo che la manutenzione permette di evitare loro rotture più dispendiose in futuro è fondamentale per sfruttare al massimo il sistema di approvvigionamento idrico a disposizione.

pagina a fianco : pompa d'acqua nel villaggio di Dhaki

Poiché questi punti di approvvigionamento pubblici sono localizzati esclusivamente lungo la strada principale e la distribuzione della risorsa non è continuativa durante tutto l'arco della giornata (spesso la distribuzione dell'acqua avviene per quattro ore al giorno, due al mattino e due nel pomeriggio) gli impianti forniti dalla PHE non risultano sufficienti a garantire un adeguato servizio per interi villaggi che in certi casi arrivano a contare anche 20.000 abitanti.

Per questo motivo le aree rurali sono disseminate di pozzi con pompe manuali, alcuni privati e altri pubblici.

I primi vengono costruiti e gestiti da gruppi familiari per ovviare alla distanza dal primo punto di approvvigionamento pubblico, ma vengono costruiti nel modo più economico possibile, andando a perforare poco in profondità e non preoccupandosi della contaminazione dovuta a sostanze inquinanti nella zona, rendendoli perciò molto vulnerabili.

Le pompe private pescano ad una profondità compresa tra i 30 e i 70 metri; a queste profondità la possibilità di trovare acqua non di buona qualità è abbastanza alta; ciò è dovuto al fatto che l'inquinamento biologico, dovuto a scarichi superficiali o alla presenza di latrine nell'area, percola nel sottosuolo.

È importante ricordare il problema, in tale area, della presenza di arsenico in concentrazioni elevate che, secondo alcuni studi, è contenuto in una fascia di terreno compresa tra i 30 e gli 80 metri di profondità.

### 6.5.2 L'approvvigionamento idrico nel villaggio di Dhaki

L'addetto alla gestione e all'organizzazione delle attività dell'associazione IIMC presso la realtà di Dhaki, il dottor Shyamal, ci ha rivelato, durante la nostra permanenza nel villaggio, che nessun fruitore delle pompe presenti sul territorio applica alcun trattamento aggiuntivo all'acqua una volta prelevata dal pozzo, perché anche solo la bollitura (trattamento più semplice ed economico) comporterebbe una spesa ulteriore in termini di combustibile.

Una particolarità di questo villaggio è che, come combustibile, non viene utilizzata soltanto la legna ma anche lo sterco di bovino lasciato asciugare al sole.

Da ricerche precedenti la nostra permanenza nel luogo, sono state analizzate le acque di cinque pozzi posti nelle vicinanze del polo ospedaliero del villaggio, nella zona del mercato e altri due pozzi che si trovano al di là del fiume. Da queste analisi è emerso come i pozzi abbiano la medesima profondità, circa 300 metri, e che pescano dallo stesso bacino acquifero. Questa tesi viene confermata anche da valori mediamente stabili della salinità e della durezza delle acque, che comunque risultano di una qualità abbastanza buona.

La presenza di agenti tossici nelle acque è rilevata solamente nei pozzi adiacenti l'area del mercato, a causa, presumibilmente, della presenza di qualche scarico concentrato inquinante.



### 6.5.3 Il sistema di raccolta delle acque all'interno del progetto

Pertanto in un contesto di sempre maggior difficoltà nel reperimento e nella gestione della risorsa idrica, si è scelto di adottare una soluzione tecnologica volta al riciclo delle acque meteoriche.

L'utilizzo dell'acqua meteorica, infatti, può essere rivolto anche a tutti gli impieghi che ammettono una classe di qualità dell'acqua non potabile.

Il sistema da noi previsto per la struttura scolastica, infatti, verrà utilizzato per la distribuzione dell'acqua corrente nei servizi della struttura, ma, visto il surplus di acqua ricavata, potrà divenire una nuova risorsa per la realtà ospedaliera di Dhaki, garantendo la disponibilità di acqua durante la totalità del giorno.

La progettazione dell'impianto, in primo luogo, è stata caratterizzata dal dimensionamento dei serbatoi in funzione della quantità di precipitazioni locali, dall'estensione della superficie di raccolta e dalla richiesta di acqua da parte dei fruitori della struttura

mese	Precipitazioni medie (mm)
Gennaio	13.3
Febbraio	26.6
Marzo	33.3
Aprile	51.2
Maggio	128.2
Giugno	282.4
Luglio	339.8
Agosto	333.2
Settembre	277.2
Ottobre	138.9
Novembre	23.9
Dicembre	6.4
TOTALE	1651.4

Nella tabella si può osservare come, durante il periodo dei monsoni, dal mese di Giugno al mese di Settembre, il livello di piovosità sia molto alto. Considerando poi che durante questa stagione dell'anno il sistema scolastico indiano prevede un periodo di vacanza, dovuto anche alle avverse condizioni climatiche, il sistema di raccolta delle acque sarà totalmente a disposizione della popolazione locale.

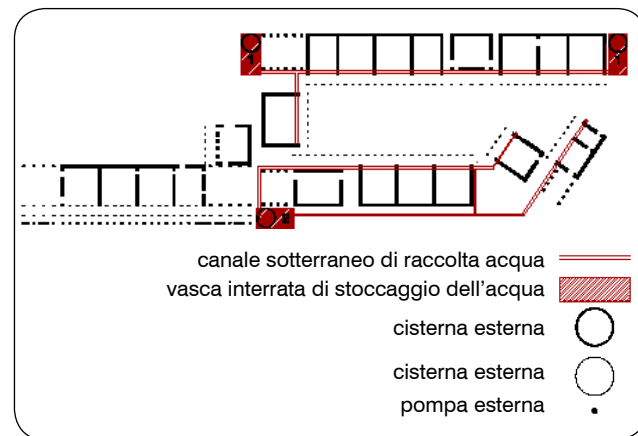
Determinata dunque la quantità di precipitazioni locali, è stata calcolata la superficie di raccolta delle acque meteoriche, corrispondente alla totalità della superficie della copertura del polo scolastico, e pari a 603 mq.

Per ultimo, quindi, è stato affrontato il tema della richiesta idrica da parte dei fruitori.

Considerando la presenza di circa 250 alunni, per i quali è stata computata necessaria una quantità di acqua pari a 20 litri ad alunno per giorno, per un ciclo scolastico pari a 200 giorni, è stato stimato un fabbisogno di acqua pari a 150000 litri/anno.

In relazione dunque alla quantità di acqua piovana disponibile, e al soddisfacimento del fabbisogno richiesto sono state previste tre vasche interrato dalla portata ciascuna di 27 mq, e a due di queste vasche è stata associata la presenza di una cisterna di raccolta dalla portata di 18 mq ciascuna.

Nella figura sottostante viene riportato lo schema di funzionamento del sistema progettato, evidenziando in rosso i canali sotterranei di trasporto di acqua piovana dalla struttura della copertura alle vasche di raccolta d'acqua.



### 6.5.4 Gli accorgimenti tecnologici come manifesto della cultura dell'igiene personale

L'educazione all'igiene proprio all'interno degli edifici scolastici, dove prende avvio la formazione culturale dei bambini, risulta una tematica molto interessante da un punto di vista sociale, e si basa sul presupposto che i bambini abbiano diritto a servizi di base quali i servizi igienici, l'acqua potabile e un ambiente pulito e salubre.

L'attenzione alla progettazione di questi spazi è emblema dunque di una buona progettazione, di una progettazione in grado di educare i bambini a mettere in pratica un buon costume sia durante le ore scolastiche, ma anche tra le mura di casa. In questo modo, anche l'investimento rivolto al sistema dell'istruzione diventa più produttivo, coinvolgendo non solo le nuove generazioni, ma anche i loro genitori.

La fornitura di acqua potabile e di servizi igienici nelle scuole è il primo passo per avere un ambiente sano e favorevole sia alla salute che all'apprendimento. Nelle scuole l'educazione all'igiene mira a promuovere pratiche rivolte ad evitare la diffusione delle malattie connesse all'uso dell'acqua e dei servizi igienico-sanitari, nonché a promuovere un comportamento sano.

Ma così come il successo di un programma di igiene nelle scuole non è determinato solamente dal numero di latrine costruite e dal numero di pompe a mano installate o dai collegamenti idrici costruiti, il successo di un programma non è semplicemente determinato da quello che i bambini fanno. Per poter avere un ambiente sano e indurre gli studenti a comportamenti igienico-sanitari corretti bisognerà combinare la costruzione di servizi igienico-sanitari adeguati alle strutture scolastiche ed l'educazione all'igiene.

I benefici ricavati da una corretta politica volta al miglioramento delle condizioni igienico-sanitarie sono molteplici: il livello di apprendimento degli studenti verrà stimolato dal comfort ambientale in cui questo prende piede; vi sarà una riduzione dell'incidenza delle malattie e del proliferare dei virus grazie ad una buona progettazione e ad una corretta gestione degli spazi; verrà rispettato il diritto dei bambini di poter vivere in un ambiente salubre e sano.

#### 6.5.4.1 La progettazione dei servizi igienici

Spesso visitando gli edifici scolastici, durante la nostra permanenza in India, ci siamo rese conto di come la progettazione dei servizi igienici venisse considerata marginale, tanto da non integrare la rappresentazione di questi spazi all'interno delle piante di progetto, ma di prevedere la loro costruzione solo in un momento successivo.

E questo avviene sebbene la campagna internazionale volta a una maggior diffusione dell'educazione igienico-sanitaria sia all'ordine del giorno.

Un referto del Fondo delle Nazioni Unite per l'Infanzia, l'UNICEF, sottolinea quanto sia importante avere servizi igienici separati per i maschi e per le femmine, così come devono essere tra loro separati

i servizi rivolti agli per gli alunni e quelli adibiti al corpo insegnanti.

Allo stesso tempo i sanitari dei bambini devono avere dimensioni adatte alla loro età, in modo da essere facilmente utilizzabili.

#### 6.5.4.1.1 WWC: l'integrazione di un sistema di servizio igienico senza consumo di acqua all'interno del nostro progetto

Si parla di servizi alternativi quando si tratta di sistemi diversi da quelli classici a cascata d'acqua.

Con la sigla WWC, infatti, si intendono i servizi igienici che non necessitano dell'utilizzo di scarichi per diluire e trasportare gli escrementi.

A seguito di quanto detto nei capitoli precedenti sui problemi relativi la presenza di acqua corrente, e per ridurre al massimo il consumo all'interno del nuovo complesso progettato, l'attenzione è ricaduta sul sistema Clivius Multrum, scelto come sistema sanitario all'interno dei servizi igienici presenti nella struttura di progetto.

La latrina Multrum è una latrina-compost caratterizzata dalla presenza di un contenitore di accumulo posto sotto il livello di calpestio, dalla presenza di condotti d'aria, che garantiscono la presenza di un ciclo convettivo dell'aria, e dalla presenza di un tubo di scarico in connessione tra il sedile-wc e il contenitore. Alle volte può essere presente anche uno scarico per i rifiuti domestici.

Il sistema di compostaggio, dunque, è stato scelto come sistema di trattamento dei rifiuti, un sistema naturale e presente da sempre in natura.

I metodi di compostaggio possono essenzialmente essere di due tipi: quello anaerobico, ossia senza l'utilizzo di aria, e quello aerobico, in presenza di aria.

Come visto sopra, il sistema Multrum è caratterizzato da un sistema di circolazione dell'aria. Oltretutto, secondo i dati dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, il compostaggio aerobico è, dal punto di vista sanitario, il più adatto ad inattivare i batteri, i parassiti e i virus, specialmente se si riescono ad oltrepassare i 50°C di temperatura. Il compostaggio aerobico permette la trasformazione delle feci e dei vari residui in un prodotto stabile, utile per i terreni e sanitarmente sicuro: l'humus. L'humus migliora l'aerazione del terreno, la ritenzione di umidità e l'uso degli elementi nutritivi; proteggere il terreno da erosione e siccità, e agisce come tampone per il controllo del PH. E soprattutto, il compostaggio aerobico si svolge senza odori sgradevoli e senza inquinamento di alcun genere.

Per utilizzare dunque il compost derivante dal raccolto dei rifiuti organici come concime per l'agricoltura, è necessario adittivarlo mediante l'utilizzo di cenere, sabbia, rifiuti di frutti e legumi, olio, torba o altro terreno. All'interno del nostro sistema si è pensato di integrare il compost con la terra, e più specialmente, terra naturale, sminuzzata finemente e secca. Questo additivo permette l'assorbimento delle sostanze volatili in più, impedisce la formazione di odori e respinge le mosche e gli insetti. Allo stesso tempo trattiene calore ed umidità, facilitando dunque la decomposizione e la distruzione dei parassiti e delle uova delle larve.

Il compostaggio ha luogo grazie ad una miriade di microrganismi e di piccoli esseri come vermi e insetti, che utilizzano l'ossigeno dell'aria e l'umidità del suolo, e si nutrono dei residui organici.

Essi restituiscono poi acido carbonico, umidità, materia organica semplificata ed energia, soprattutto sottoforma di calore: calore molto utile per trattare e inattivare gli agenti patogeni. Questo calore si sviluppa in maniera irregolare nell'arco di tempo necessario al compost per maturare. Durante la maturazione avviene anche una riduzione di volume, arrivando ad avere un terriccio di colore bruno.

Questo sistema progettato e sviluppato in Svezia all'inizio era caratterizzato da una struttura in cemento armato, ora, invece, vengono utilizzati elementi prefabbricati e componibili, pertanto l'assemblaggio in cantiere di questi elementi risulta rapido e molto semplice.

All'interno del serbatoio di accumulo viene posizionata una lamina inclinata, che viene coperta inizialmente con uno strato di torba fresca, e da 20 cm di terreno grasso da giardini mescolato con erba fresca tagliata. Lo scopo è quello di assorbire la parte liquida degli escrementi e fornire la flora microbica per l'ossidazione dell'urina.

Quando il Multrum viene usato si inizia a formare un cumulo di compost che per la pendenza del fondo scivola verso il fondo, decomponendosi e riducendo progressivamente il volume iniziale fino al 10% di quello di origine.

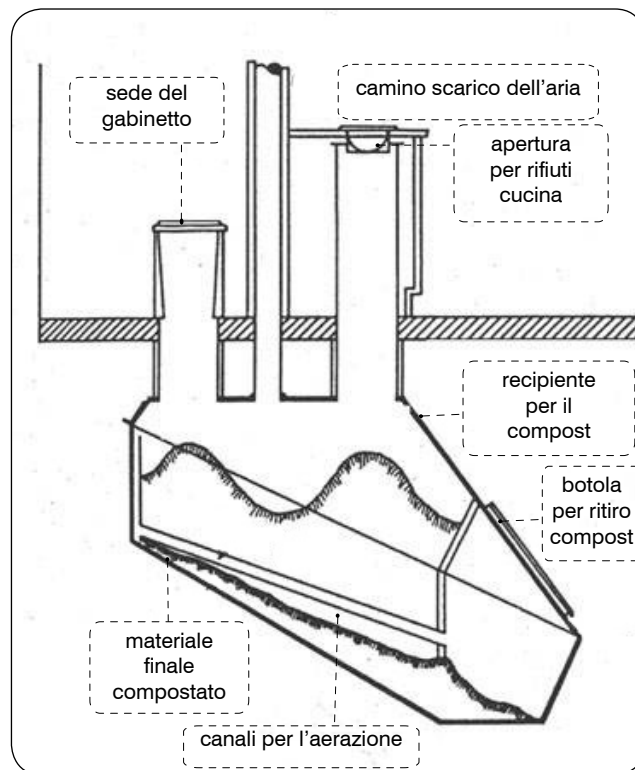
Il compostaggio ha luogo grazie ad una miriade di microrganismi e di piccoli esseri come vermi e insetti, che utilizzano l'ossigeno dell'aria e l'umidità del suolo, e si nutrono dei residui organici.

Essi restituiscono poi acido carbonico, umidità, materia organica semplificata ed energia, soprattutto sottoforma di calore: calore molto utile per trattare e inattivare gli agenti patogeni. Questo calore si sviluppa in maniera irregolare nell'arco di tempo necessario al compost per maturare. Durante la maturazione avviene anche una riduzione di volume, arrivando ad avere un terriccio di colore bruno.

Questo sistema progettato e sviluppato in Svezia all'inizio era caratterizzato da una struttura in cemento armato, ora, invece, vengono utilizzati elementi prefabbricati e componibili, pertanto l'assemblaggio in cantiere di questi elementi risulta rapido e molto semplice.

All'interno del serbatoio di accumulo viene posizionata una lamina inclinata, che viene coperta inizialmente con uno strato di torba fresca, e da 20 cm di terreno grasso da giardini mescolato con erba fresca tagliata. Lo scopo è quello di assorbire la parte liquida degli escrementi e fornire la flora microbica per l'ossidazione dell'urina.

Quando il Multrum viene usato si inizia a formare un cumulo di compost che per la pendenza del fondo scivola verso il fondo, decomponendosi e riducendo progressivamente il volume iniziale fino al 10% di quello di origine.



## 6.6 La progettazione di un impianto di backup per l'area di Dhaki

Ad integrazione del lavoro da noi svolto vorremmo dunque allegare un progetto di un collega, l'ingegner Giacomo Rossi, facente parte anch'egli del gruppo di volontari dell'associazione Project for People – Innovation Group, relativo il sito di Dhaki, per il quale ha progettato un impianto di backup al fine di porre rimedio al problema della connessione energetica dell'area al sistema statale di distribuzione dell'energia.

Il complesso del villaggio rurale di Dhaki, gestito ed amministrato dall'associazione Indian Institute for Mother and Child, è dotato di connessione alla rete elettrica nazionale, che però risulta una fonte energetica decisamente non affidabile, in quanto i cali di tensione e la mancanza di elettricità sono fenomeni all'ordine del giorno.

Questa è una condizione comune ai territori dell'India rurale, ma è una condizione che può rivelarsi problematica soprattutto in un centro medico.

Al fine di risolvere questo problema, IIMC ha fatto richiesta di un impianto fotovoltaico che fornisca un backup energetico quando necessario. L'installazione di un comune generatore Diesel risulterebbe troppo costosa, di difficile finanziamento, senza contare le difficoltà di trasporto in loco del gruppo elettrogeno.

Trattandosi di un impianto di backup, solo alcune specifiche stanze del complesso necessiteranno di alimentazione elettrica durante i periodi in cui la rete elettrica nazionale non sarà in grado di fornire energia, pertanto l'impianto verrà dimensionato considerando una richiesta energetica di 5,3 kWh al giorno, per tenere conto di eventuali consumi energetici non previsti.

### 6.6.1 I caratteri dell'impianto

Qui di seguito verranno dunque riportati i dati dell'impianto stimato dall'ingegner Rossi per l'area di Dhaki, caratterizzata dalla presenza di una clinica indoor, di una clinica outdoor, di una banca per il microcredito, di un'area rivolta all'ospitalità degli ospiti e caratterizzata dalla presenza di una nuova scuola e di un ostello per le fanciulle.

#### 6.6.1.1 I caratteri dell'impianto

Questo valore indica per quanti giorni l'impianto deve essere in grado di sostenere i carichi, senza poter ricaricare le batterie (eventualità dovuta normalmente alla mancanza di luce solare).

Normalmente vengono scelti quattro giorni di autonomia, ma dato che l'impianto in oggetto ha solo funzione di backup, il numero di giorni può essere ridotto a due.

D'altra parte, alcuni dei carichi previsti sono critici per il funzionamento della clinica e devono ricevere energia senza

eccezioni: tre giorni di autonomia appare quindi come il valore più adeguato a questa particolare situazione.

Giorni di Autonomia: 3 giorni

#### 6.6.1.2 Tensione bus e batterie

Questo parametro concorre a determinare il numero di batterie e il modo in cui queste verranno connesse: valori standard sono 12V o 24V; in questa particolare situazione, per evitare troppe perdite nei cavi, il valore suggerito è di 24V.

Tensione Bus Batterie: 24V

### 6.6.2 Il posizionamento dell'impianto fotovoltaico

Il posizionamento del campo fotovoltaico è uno dei fattori più importanti nel progetto di questo tipo di impianti. La soluzione prospettata nel capitolo garantisce la totale assenza di ombre sul campo fotovoltaico, in modo da massimizzare la produzione energetica.

Il campo fotovoltaico può essere installato sul tetto della Clinica Indoor o Outdoor indifferentemente: in entrambi i casi non vi sono ostacoli che possano proiettare ombre sui moduli e in quella posizione si affaccerebbero direttamente su un cortile spazioso e su campi coltivati (questo comporta un orizzonte sgombro da ostacoli, l'ideale per massimizzare la captazione solare).

Sarà necessario creare una struttura di sostegno per i moduli, dato che il tetto è completamente piatto; in questo modo il campo fotovoltaico potrà essere montato con un Tilt ottimale di 20 gradi.

La struttura potrà essere realizzata utilizzando profilati in alluminio o acciaio, e dovrà essere molto semplice da smontare: come è d'uso in India, anche qui il tetto è costruito per poter eventualmente essere trasformato, in futuro, nel pavimento di un nuovo piano dell'edificio; l'impianto deve quindi essere semplice da spostare sul nuovo tetto. Questa è una delle ragioni che hanno portato alla scelta della soluzione impiantistica che richieda meno superficie, come suggerito in precedenza.

Le batterie e il controllore di carica possono essere sistemati in una stanza situata nella parte anteriore dell'Indoor: la stanza è vuota, asciutta, facilmente ventilabile e non viene attualmente utilizzata.

Se sarà questa la scelta finale, sarà preferibile posizionare il campo fotovoltaico sul tetto dell'Indoor: mantenendo i cavi elettrici più corti si riducono sia le perdite energetiche sia i costi, non trascurabili, per l'acquisto dei cavi stessi. In questo impianto, sarà necessario installare un inverter per convertire la corrente continua in corrente alternata, dato che tutti i carichi sono già presenti negli edifici del complesso e funzionano con alimentazione in corrente alternata standard a 220V.

Gli inverter sono dispositivi molto efficienti, ma non al 100%; durante la progettazione è stato utilizzato il valore di efficienza più comune:

Efficienza Inverter: 95% (0.95)

### 6.6.2.1 Le ore equivalenti di picco solare

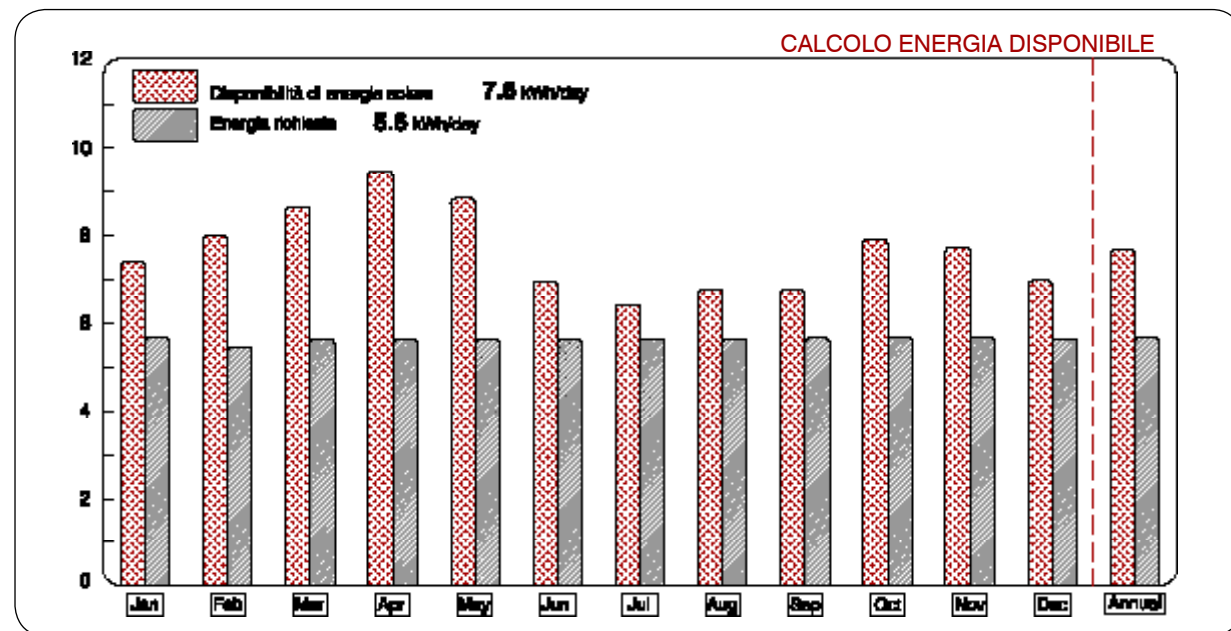
Secondo la letteratura disponibile, il mese con il peggior valore di irradiazione solare media è luglio (a causa del Monzone); l'irraggiamento equivalente può essere rappresentato dalle ore equivalenti di picco solare: un modulo fotovoltaico esposto alla luce solare, in condizioni standard di 1 kW/m<sup>2</sup>, per il numero di ore equivalenti indicato, riceve lo stesso quantitativo di energia che riceverebbe in un giorno medio durante il mese selezionato:

Ore di Picco Solare (luglio): 3.5 h

### 6.6.2.2 Calcolo dell'energia disponibile

Come valutazione preliminare, viene comparata l'energia disponibile stimata (tenuto conto degli angoli di Azimuth e Tilt) con la richiesta energetica dell'utente. Il quantitativo di energia richiesta è stato corretto tenendo conto dell'efficienza di conversione dell'inverter: 5.3 kWh/giorno ÷ 0.95 circa 5.6 kWh/giorno.

Come mostrato nel grafico sottostante, anche durante la stagione Monsonica (da giugno a settembre), un impianto correttamente dimensionato è in grado di fornire abbastanza energia per alimentare i carichi.



### 6.6.3 L'installazione dell'impianto

Per ottenere un quadro d'insieme dei dispositivi disponibili a Kolkata (moduli, batterie, controllore di carica e inverter), è stata condotta una ricerca presso i rivenditori locali. Uno in particolare è in grado non solo di fornire tutto il materiale necessario, ma può anche costruire l'impianto seguendo le indicazioni progettuali.

Per soddisfare le richieste, sarà necessario installare un campo fotovoltaico con potenza nominale di 2,2 kW.

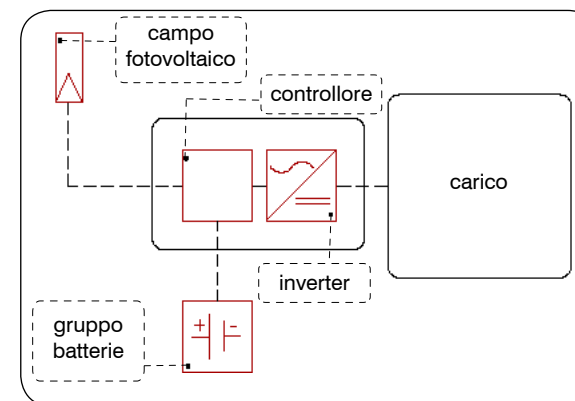
L'unica differenza rilevante tra le due soluzioni riguarda la superficie richiesta: l'impianto sarà posizionato sul tetto, quindi la soluzione più adatta risulta essere quella che richiede meno spazio.

L'impianto richiede una superficie aperta, senza ombre, per l'installazione del campo fotovoltaico e un ambiente asciutto, quanto più possibile freddo, per il gruppo batterie e il controllore.

Un impianto elettrico è già installato, quindi l'impianto di backup andrà integrato utilizzando la soluzione più semplice possibile, in modo da renderne immediato l'utilizzo per l'utente finale.

Andranno inoltre presi in considerazione alcuni elementi di sicurezza elettrica, per proteggere i dispositivi dell'impianto e prevenire danni alle persone che vivono e lavorano nel complesso.

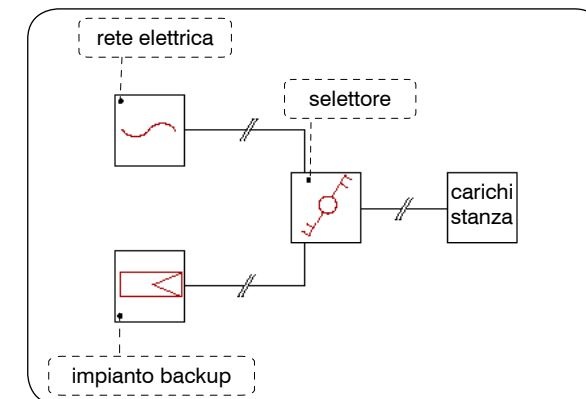
Un schema semplificato dell'impianto è riportato nella figura



### 6.6.3.1 L'integrazione dell'impianto con il sistema elettrico nazionale

Trattandosi di un impianto di backup, sarà necessario integrarlo con il sistema elettrico preesistente, nella maniera più semplice possibile, in modo da ridurre i costi e mantenere il sistema facile da utilizzare e riparare.

La soluzione suggerita è quella di installare in ogni stanza un selettore a due vie, per selezionare manualmente quale fonte di alimentazione utilizzare: rete elettrica nazionale o impianto di backup. In questo modo solo le stanze effettivamente in uso riceveranno energia elettrica e il sistema elettrico di backup verrà mantenuto completamente isolato dalla rete elettrica nazionale.



Sarà opportuno selezionare un regolatore di carica con inverter incorporato, in modo da ridurre le perdite energetiche e garantire la compatibilità, semplificando al contempo la costruzione dell'impianto.

Essendo il clima molto caldo per tutta la durata dell'anno, il regolatore dovrebbe includere un sensore esterno di temperatura per monitorare le batterie: è una buona norma per preservare la vita delle batterie stesse. Sarebbe opportuno scegliere un regolatore dotato di funzione di auto-test e auto-regolazione; dato che il sistema verrà utilizzato da personale non qualificato, il dispositivo dovrà essere facile da usare e il più possibile automatico.

#### 6.6.4 Analisi economica

L'installatore selezionato ha fornito, dietro richiesta, i prezzi base di ogni componente, insieme a una stima complessiva del costo dell'impianto completo e funzionante (componenti e manodopera inclusi). Nei prezzi è già inclusa l'imposta sul valore aggiunto.

Per calcolare il prezzo finale dell'impianto, si sono considerate le dimensioni dei vari componenti, moltiplicandole per il loro costo unitario; il costo complessivo è stato calcolato nello stesso modo, moltiplicando il costo del singolo Watt per la potenza nominale dell'impianto.

Il finanziamento dovrebbe ammontare a circa 8'500.00 Euro, per coprire eventuali spese impreviste.

AA.VV., *Design like you give a damn – Architectural responses to humanitarian crises*, Tames and Hudson

BARBERI M., *Ecologia al Gabinetto*, AAM Terra Nuova/Macrodizioni, Firenze, 1989

BENEDETTI C. (a cura di), *Costruire in legno*, Bolzano University Press, Bolzano, 2009

BOLLINI G. (a cura di), *La ricerca universitaria sull'architettura di terra*, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2002

BOURGEOIS J.L., *Spectacular Vernacular: the adobe tradition*, Aperture, New York, 1996

BORI D., *Il raffrescamento passivo degli edifici*, Sistemi editoriali, 2006

BUTERA F., *Dalla caverna alla casa ecologica*, Edizioni Ambiente, Milano, 2007

CALTABIANO I. (a cura di), *Bambù: per ideare, sperimentare e costruire*, Aracne, Roma, 2012

CARDENAS M., *Il bambù come materiale da costruzione: caratteristiche fisiche e meccaniche, tecnologie costruttive*, SE Sistemi Editoriali, Napoli, 2008

DESSÌ V., *Progettare il comfort urbano-Soluzioni per un'integrazione tra società e territorio*, Sistemi Editoriali, 2007

EASTON D., *The rammed earth house*, Chelsea Green, USA, 1996

FATHY H., *Costruire con la gente*, Ed. Jaca Book, Milano 1985

FORLANI M.C., *Costruzione e uso della terra*, Maggioli Editori, Rimini, 2001

GALDIERI E., *Le meraviglie dell'architettura in terra cruda*, Laterza, Bari 1992

HIDALGO O.L., *Bamboo: the gift of the Gods*, Oscar Hidalgo Lopez, 2003

HIDALGO O.L., *Technologies developed in Columbia in the bamboo housing and construction field*, introduzione al siposio sull'uso industrial del bamboo, Pechino, International Tropical Timber Organisation, Chinese Academy of Forestry, Pechino, Cina, 1992

JANSSEN J.A., *Building with bamboo: a handbook*, ITDG Publishing, 2001

KEEFE L., *Earth Building: method and materials, repair and conservation*, Taylor and Francis, New York, 2005

KOENIGSBERGER O.H., INGERSOLL T.G., MAYHEW A., SZOKOLAY S.V., *Manual of tropical housing and building*, Longman Group Limited, London, 1973

KRIES M., VEGESACK A., *Grow your own house : Simon Velez und die Bambusarchitektur*, Vitra Design Museum, Ginevra, 2000

MINKE G., *Building with earth: design and technology of a sustainable architecture*, Birkhauser Ed., Basilea, 2006

MITCHELL M., *Learning from Delhi : dispersed initiatives in changing urban landscapes*, edited by Shamoan Patwar and Bo Tang., Burlington ,2010

OLGYAY V., *Progettare con il clima*, Muzzio editore, Padova, 1990

OPRINS J., van TRIER H., MAERTENS H., *Bamboo*, Birkhauser Ed., Basilea, 2006

RAEL R., *Earth architecture*, Princeton architectural press, New York, 2009

RAUCH M., KAPEINGER O., *Terra cruda e architettura – lehm und architektur*, Birkhauser Ed., Basilea, 2001

ROGORA A., *Architettura e bioclimatica : la rappresentazione dell'energia nel progetto*, SE Sistemi Editoriali, Napoli 2003

ROGORA A., DESSÌ V. (a cura di), *Il comfort ambientale negli spazi aperti*, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2005

ROMERO O., *Adobe: building and living with earth.*, Houghton Mifflin, New York, 1994

SCUDO G., BONATI N., *Architettura in terra : memoria e innovazione*, Milano: Città Studi, 1994

SCUDO G., NARICI B., TALAMO C., *Costruire con la terra*, Sistemi editoriali, 2001

VAN LENGEN J., *The barefoot architect : a handbook for green building*, Shelter Publications, 2008

VILLEGAS M., *New bamboo : architecture and design*, Villegas Editores, 2003

VILLEGAS M., *Tropical Bamboo*, Villegas Editores, 2002

VISMARA R., *Depurazione biologica: teoria e processi*, Hoepli, Milano 1988

WINBLAD U., KILAMA W., *Sanitation without water*, WHO/OMS, 1978

**Narrativa sul tema dell'esperienza Indiana:**

DE CATALDO G., *L'India, l'elefante e me*, Rizzoli, Milano, 2008

LAPIERRE D., *La città della gioia*, Arnoldo Mondadori editore, 1985

MORAVIA A., *Un'idea dell'India*, Bompiani, Milano, 1962

PASOLINI P.P., *L'odore dell'India*, Guanda – testi e documenti della fenice, 1990

#### SITOGRAFIA:

[www.ishrae.in](http://www.ishrae.in) –Indian Society of Heating, Refrigeratind and Air-conditioning Engineers

[www.inbar.int](http://www.inbar.int) –Network internazionale di bamboo e rattan

[www.guadua.org](http://www.guadua.org) - sito della Associazione Colombiana del bambù

[www.bambuitalia.it](http://www.bambuitalia.it) - Associazione Italiana del bamboo

[www.bambubrasileiro.com](http://www.bambubrasileiro.com)

–Associazione brasiliana del bamboo

[www.bambu.cl](http://www.bambu.cl) -Associazione Cilena del bamboo

[www.bambumex.org](http://www.bambumex.org) -Associazione Messicana del bamboo

[www.perubambu.org.pe](http://www.perubambu.org.pe) -Associazione Peruviana del bambù

[www.americanbamboo.org](http://www.americanbamboo.org) -Associazione del bambù degli Stati Uniti