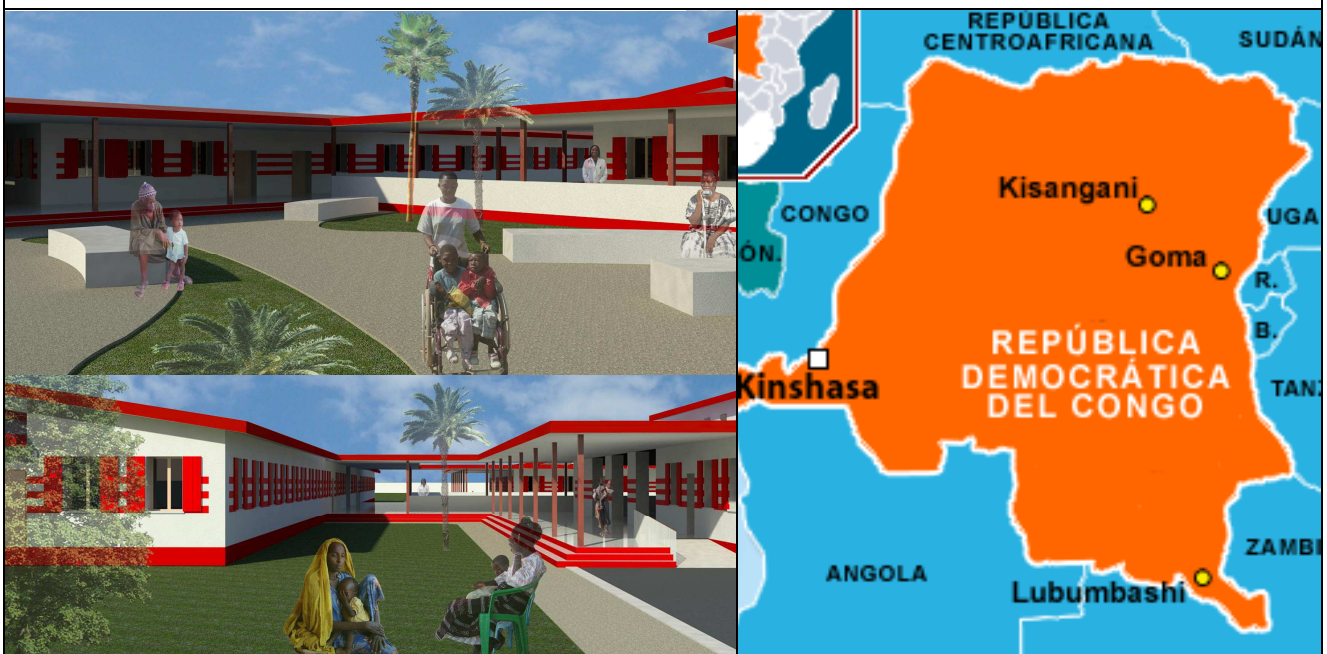


UNIVERSITA' DI BOLOGNA, FACOLTA' DI INGEGNERIA  
ANNO ACCADEMICO 2008/09  
LABORATORIO DI ARCHITETTURA TECNICA I

PROF. VENTURI LUCA  
ASS. VENTURI SERENA

REPUBBLICA DEMOCRATICA DEL CONGO  
GOMA (Kivu Nord)



GRUPPO 19:  
Amidei Federica  
Ceci Roberto  
Luccarini Federico  
Stornelli Giulio



# LA REPUBBLICA DEMOCRATICA DEL CONGO

## Superficie

La Repubblica Democratica del Congo ha una superficie di 2.345.410 kmq , 77.810 dei quali sono acque interne. È il 12° stato al mondo per superficie. Caratteristica peculiare della Repubblica Democratica del Congo è la presenza di una vasta area di depressione che occupa tutta la parte centrale del paese compresa nel bacino del Congo e ricoperta di foresta tropicale.

## Popolazione

Con uno dei tassi di crescita demografica più alti di tutta l'Africa, la Repubblica Democratica del Congo ha una popolazione di 68.008.922 abitanti (2008), con una densità media di 30 unità per km<sup>2</sup>, distribuiti soprattutto lungo il basso corso del fiume Congo e nelle alteterre orientali. La popolazione del paese, residente in centri urbani solo per il 33% (2005), comprende più di 200 gruppi etnici, per l'80% di lingua bantu. Il francese è la lingua ufficiale, ma nel paese si parlano più di duecento dialetti e quattro lingue.

## Clima

Fatta eccezione per la zona degli altipiani, il clima del paese è caldo-umido, con temperature medie di circa 27 °C nella depressione centrale e punte estreme in febbraio, il mese più caldo in assoluto; sopra i 1.500 m la media scende a 19 °C. Le precipitazioni raggiungono una media annua di 1.520 mm al nord e 1.270 mm al sud, con frequenze abbondanti, tra aprile e novembre, a nord dell'equatore e, tra ottobre e maggio, a sud.

## Flora e Fauna

Ricca e molto diversificata si presenta la vegetazione: la palma da olio e l'albero della gomma sono molto diffusi, così come il banano e la palma da cocco. Numerose sono le specie dal legname pregiato. Particolarmente varia e abbondante è la fauna, tra cui si annovera il leone, l'elefante, il leopardo, lo scimpanzé, il gorilla, la giraffa, l'ippopotamo, la zebra, il bufalo e varie specie di rettili e di uccelli; numerosissimi gli insetti, molti dei quali portatori di malattie endemiche.

## Economia

Estese risorse agricole, minerarie ed energetiche fanno della Repubblica Democratica del Congo uno dei paesi potenzialmente più ricchi dell'Africa. La situazione economica del paese è tuttavia disastrosa. A ciò hanno contribuito diversi fattori: la guerra civile che seguì all'indipendenza, la politica economica incoerente e l'estesa corruzione che caratterizzarono il regime di Mobutu, la nuova guerra civile scoppiata negli anni Novanta, che ha visto l'intervento di quasi tutti gli eserciti della regione e un esteso saccheggio delle risorse del paese. Il 68% della forza lavoro è impiegato nell'agricoltura, settore che fornisce il 45,7% de l PIL. La ricchezza del paese si fonda principalmente sulle risorse minerarie, soprattutto cobalto e diamanti (per uso industriale), rame e rottami di ferro.

## Storia

Nel luglio 2006, a tre anni dalla fine dell'ultima guerra congolese, le prime elezioni regolari della storia sembravano poter aprire una nuova era per la Repubblica Democratica del Congo.

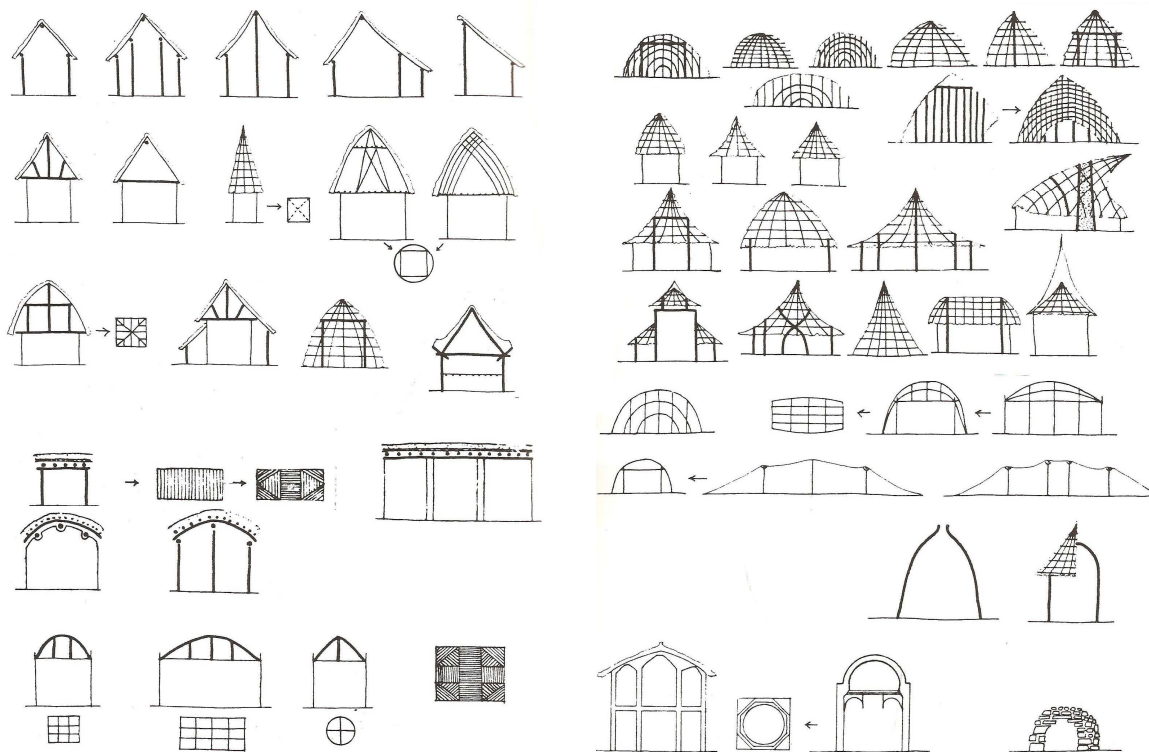
Da allora, però, focolai di scontri sono rimasti accesi in diverse zone del Paese, mentre le bande armate al servizio dei partiti politici continuano a giocare un ruolo molto importante nel contesto socio-economico del Congo.



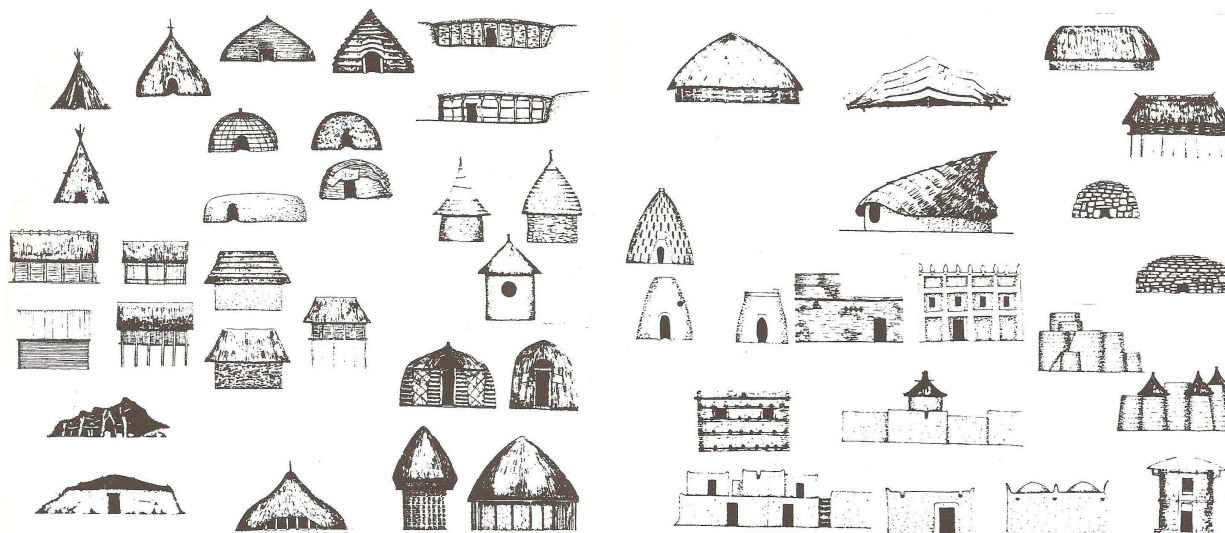
## La città e la tipologia edilizia africana

Le città africane sono ancora quelle costruite dagli europei (con le rare eccezioni dell'urbanismo precoloniale) e i nuovi governi non hanno quasi mai i mezzi per espanderle in maniera razionale. La mancata crescita urbana, a fronte dell'incremento continuo della popolazione urbanizzata, provoca ormai da molti anni lo sviluppo di agglomerati estesissimi di sedi precarie, costruite con materiale di recupero (cartone lamiera ondulata, legname, frasche, tela e persino carta) senza alcuna regola, dove la popolazione vive (o sopravvive) in condizioni di miseria e di degradazioni inimmaginabili a chi non conosce questa realtà. Le bidonvilles, che oggi sembrano essere il sistema insediativo più utilizzato, a causa della sua elasticità, per assorbire il continuo surplus demografico del continente, rappresentano un fenomeno patologico non controllabile. La rottura dell'equilibrio nel rapporto fra città e campagna ha origine nel richiamo mitico del modello di vita urbano (modello che non è certo quello degradante delle bidonvilles), ma è dovuto anche all'effettiva difficoltà del sistema insediativo rurale di trattenere la parte eccedente della popolazione.

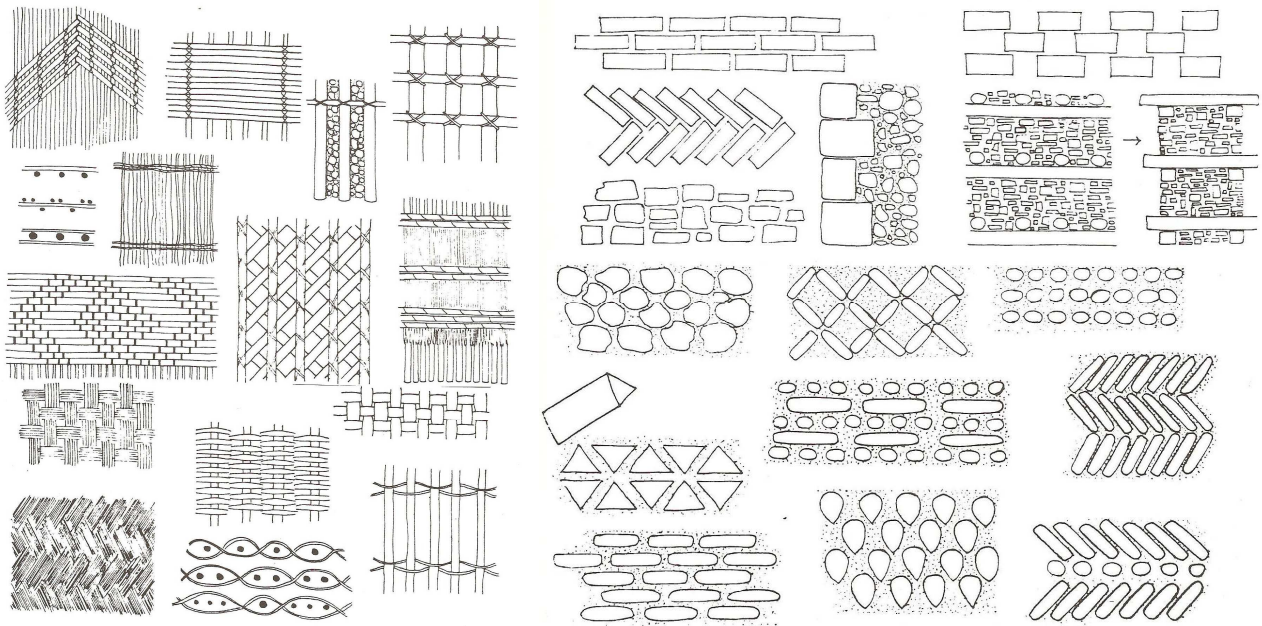
### Sintesi dei sistemi costruttivi:



### Esemplificazioni architettoniche africane

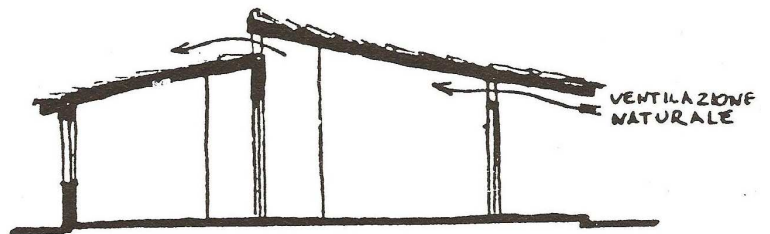
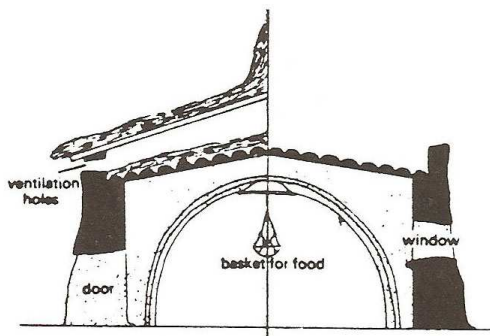


Schemi di parete vegetali e composizioni murarie:





Spunti tecnologici dell'edilizia locale

Sistemi di ventilazione e raffrescamento interno: Tipologia edilizia del Mozambico e della Nigeria



## INQUADRAMENTO GEOGRAFICO



GOMA	
Stato:	 Rep. Dem. del Congo
Provincia:	Kivu Nord
Coordinate:	 1°40 '30"S 29°13 '30"E - 1.675, 29.225
Superficie:	75,2 km <sup>2</sup>
Abitanti :	249.862 (2004)
Densità:	3 757 ab./km <sup>2</sup>

### Goma

Goma è una città situata nella parte orientale della Repubblica Democratica del Congo, sulla riva settentrionale del Lago Kivu a poca distanza dalla città ruandese di Gisenyi ed è il capoluogo della provincia del Kivu Nord.

Il lago e le due città si trovano nel ramo occidentale della Rift Valley, una enorme e lunghissima spaccatura della crosta terrestre. Inoltre Goma dista circa 15 km dal cratere del vulcano Nyiragongo.

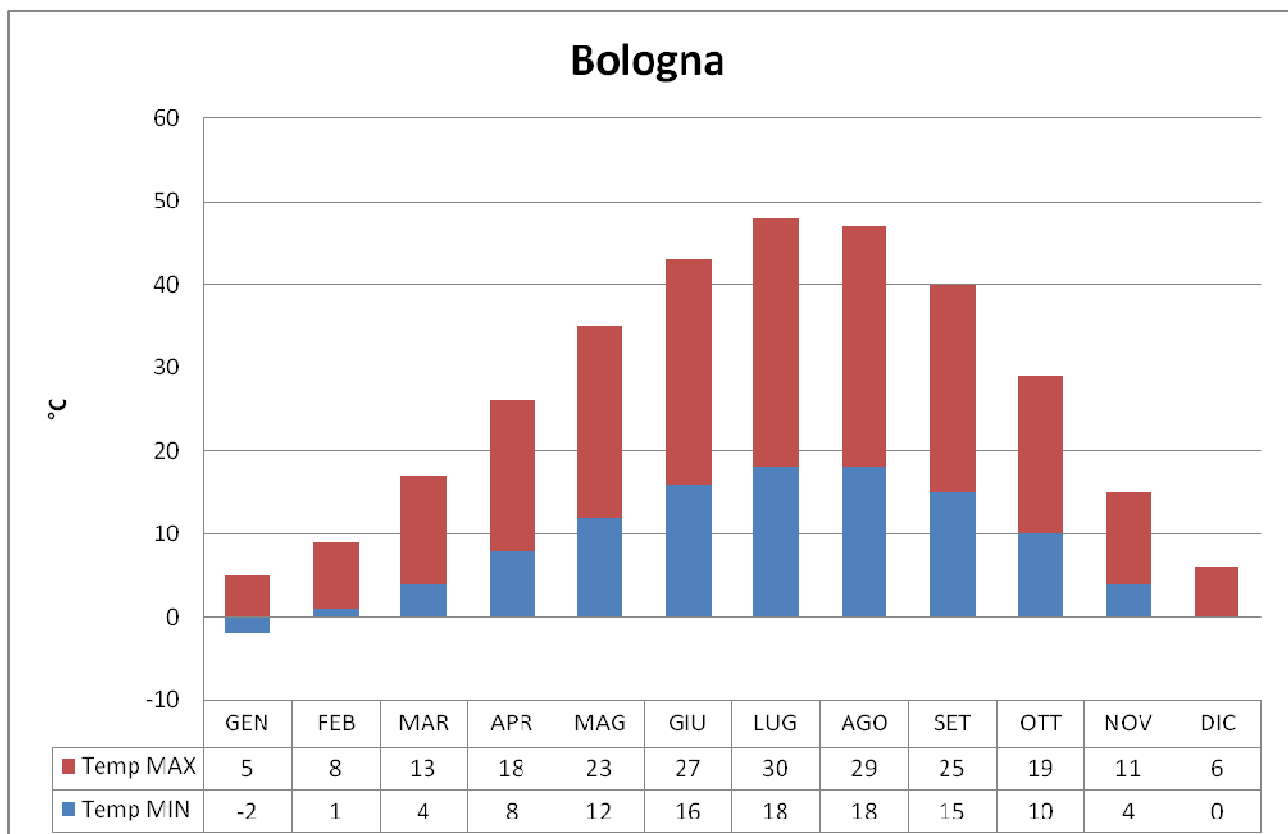
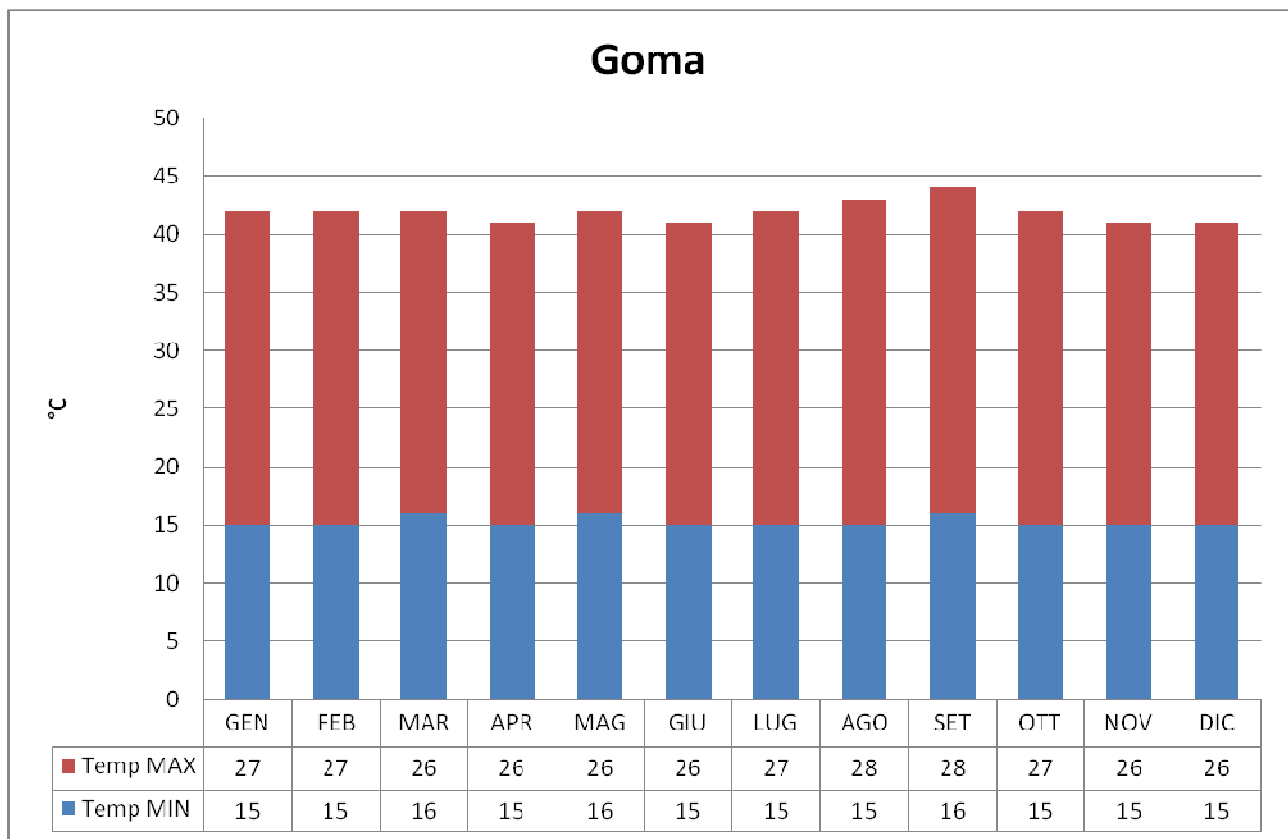
La storia recente della città è stata dominata dalle eruzioni vulcaniche (2002 e 2005) e dalle vicende legate al genocidio del Ruanda del 1994 che a sua volta ha alimentato la prima e la Seconda Guerra del Congo, le conseguenze dei conflitti hanno tuttora (2008) effetto sulla città e su suoi dintorni.

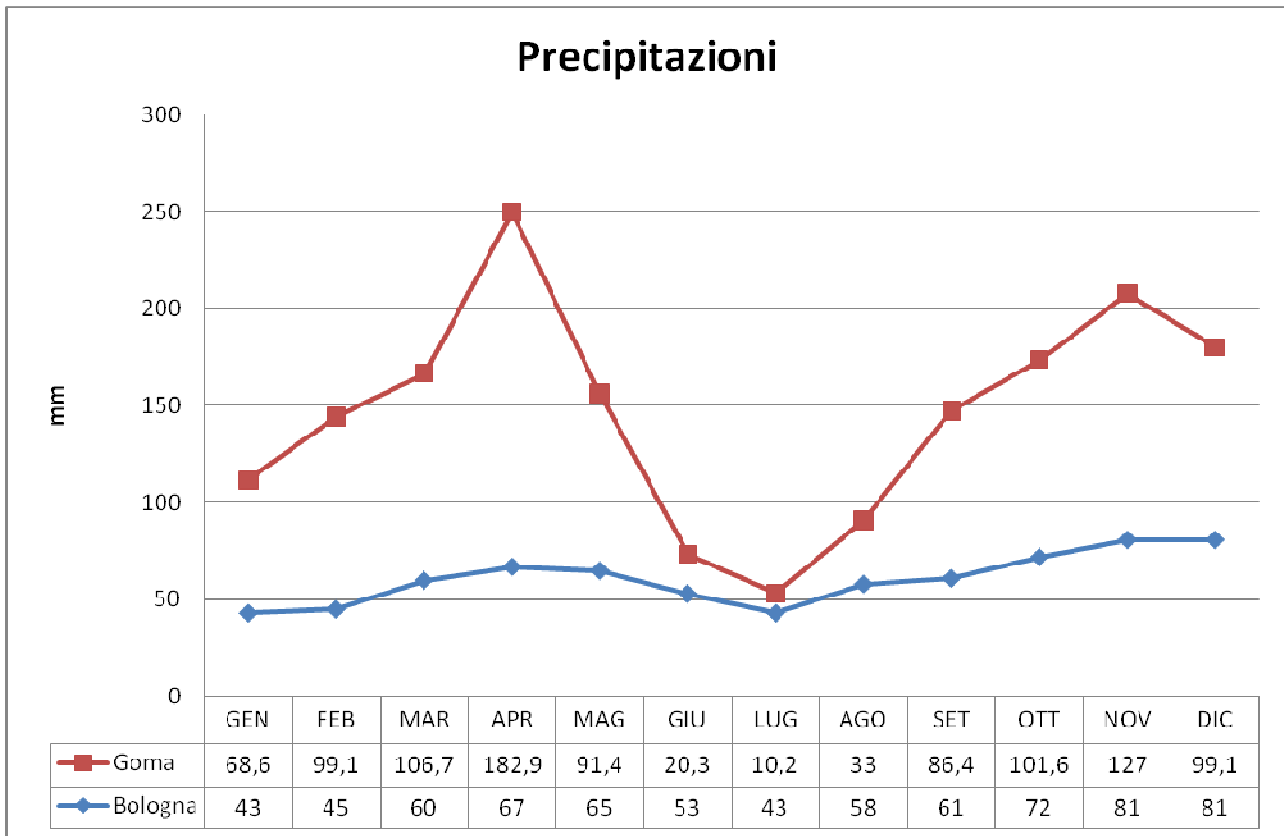
### Strutture ospedaliere presenti

La città di Goma possiede già una struttura ospedaliera di carattere generale. Recentemente Medici Senza Frontiere ha inaugurato un nuovo progetto a Masisi, a circa 80 km a est di Goma nel tentativo di far fronte ad un quadro di continue violenze e diaspore; questo centro è specializzato in chirurgia d'emergenza e terapia nutrizionale.



Confronto temperature e precipitazioni: Goma – Bologna





#### Motivazioni ed analisi del sito

La scelta del luogo è dovuta principalmente alla guerra civile in corso nel Kivu Nord ed alle scarse risorse primarie a disposizione della popolazione.

In particolare gli scontri si concentrano soprattutto nelle vicinanze di Goma rendendo necessario un centro di accoglienza e primo soccorso specializzato in chirurgia.

La zona presa in considerazione per la costruzione di questo centro si trova nella periferia Ovest della città di Goma vicino ad una delle principali vie di collegamento tra la Repubblica Democratica del Congo ed il Ruanda; l'area d'intervento è pianeggiante e si trova sul lago Kivu.



# IL PROGETTO

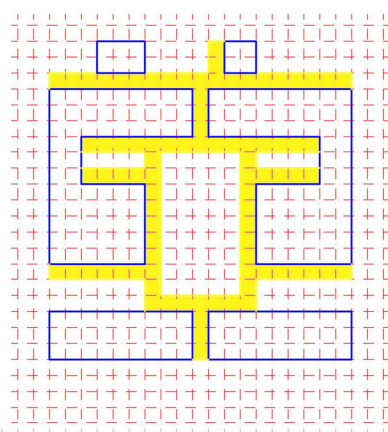
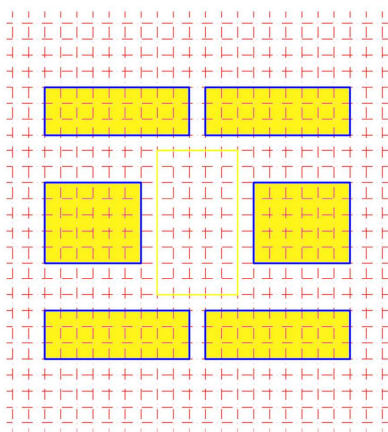
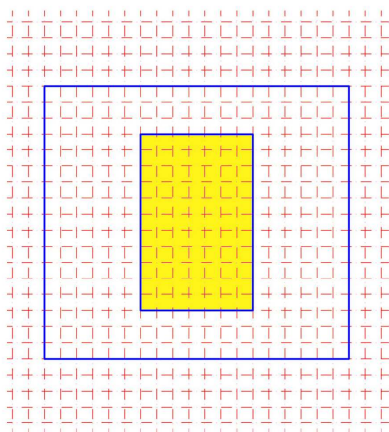
**Superficie del lotto:** 72570 mq

**Superficie edificata:** 7830 mq

**Reparti:** pronto soccorso, chirurgia, terapia intensiva, fisioterapia, degenze, servizi.

	N° POSTI	SUP TOT	LOCALI DI SERVIZIO
<b>DEGENZE</b>	73	642,3	21
<b>INFETTIV</b>	7	127,25	4
<b>TERAPIA INTENSIVA</b>	10	105,25	-
<b>APPARTAMENTO PERSONALE</b>	9	161,5	2
<b>MENSA</b>	98	174,71	4

## La scelta del modulo



L'idea progettuale nasce dal desiderio di creare un luogo ospedaliero efficiente e funzionale, ed allo stesso tempo accogliente e sicuro. La corte interna è il punto di partenza nella progettazione, e diventa un luogo in cui il malato si sente protetto e accolto. Il malato non viene così curato solo nel fisico, ma anche nella mente.

Il modulo utilizzato è quadrato, di dimensioni 5m x 5m. Modulo semplice, adatto nella composizione e nella gestione degli spazi. La struttura è caratterizzata da sei padiglioni principali, di forma regolare, disposti in direzione sud-ovest. All'interno di ogni padiglione vi si svolge un'attività specifica.

La soluzione finale mette in evidenza l'importanza dei percorsi esterni, coperti e rispondenti alle norme igienico-sanitarie. Esternamente sono stati aggiunti un blocco per la reception, in prossimità dell'ingresso principale, e una tettoia per le ambulanze, a stretto contatto con il pronto soccorso.

## I vari reparti

Il **Pronto Soccorso** si compone di: reception, sala da attesa, sala raggi con relative stanze tecniche, una sala triage porta ad un lungo corridoio che collega le sale del pronto soccorso con il reparto di Chirurgia. Su di esso affacciano 1 sala bianchi-verdi, 4 sale gialli, 3 studi medici, 2 magazzini, il servizio mortuario ed 1 sala rossi collegata direttamente con l'entrata al pronto soccorso delle ambulanze attraverso una sala accettazione.



La **Chirurgia** è una zona completamente asettica a cui ci si accede attraverso due entrate diversificate: per i pazienti dove una stanza filtro porta alla sala pre-post anestesia ed a quella operatoria; per il personale medico un corridoio su cui affacciano i servizi per il personale, collega la sala operatoria con gli spogliatoi e la sala sterilizzazione attraverso una stanza filtro.

La **Terapia Intensiva** è affianco alla chirurgia per usufruire della ventilazione forzata e dell'abbattimento microbiologico. Ha 17 posti letto disposti in 7 camere con i relativi servizi igienici, collegate da corridoi e sale filtro. Tra questi sono considerati 7 posti letto per degenze straordinarie, destinati a pazienti molto gravi o affetti da malattie infettive gravi.

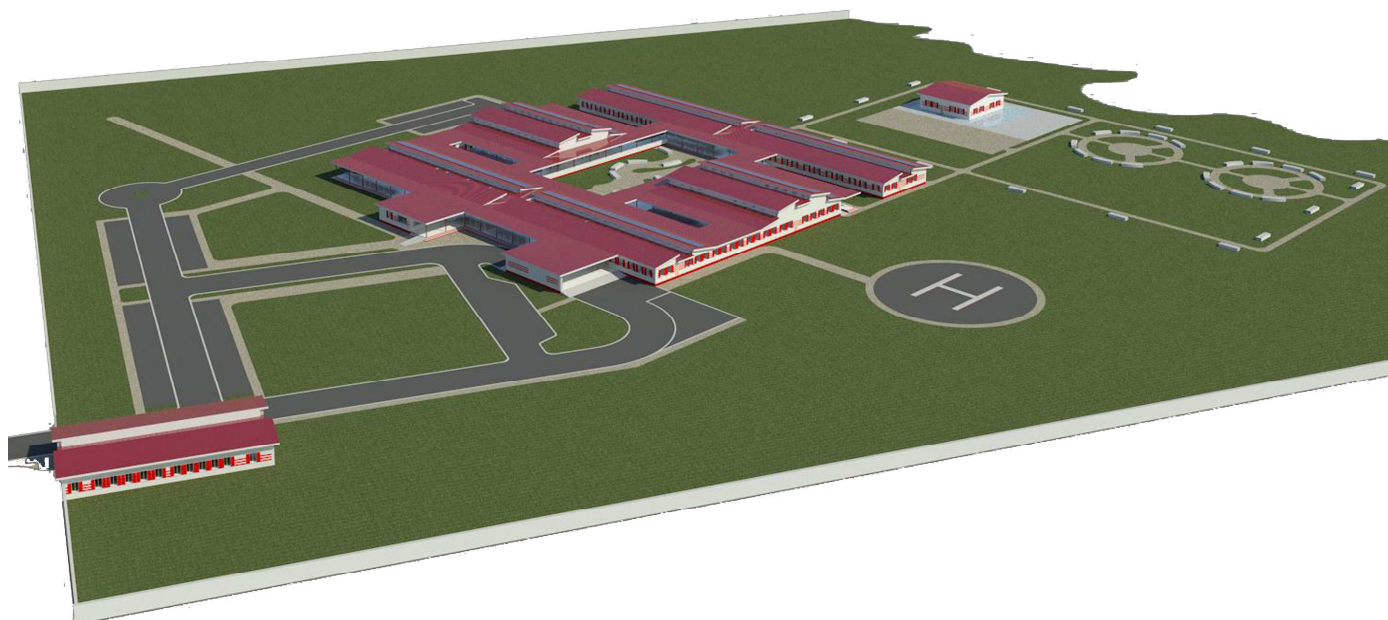
La **Fisioterapia** è composto da: un ambulatorio, una sala d'attesa, servizi igienici accessibili anche a persone con ridotte capacità motorie, due palestre utilizzate per la riabilitazione e contenenti tutte le attrezzature e gli strumenti utili ad esse.

La **Degenza** è il reparto più grande di tutti accessibile mediante portici direttamente dall'entrata principale. È costituito da due ali: una di degenza femminile e una di degenza maschile. In totale conta 73 posti letto, suddivisi in 21 camere da tre o quattro posti ognuna. I servizi igienici sono in comune. Sono presenti locali di servizio, quali: depositi di sporco e pulito, magazzini e guardiola.

La **Reception** è posta all'ingresso principale dell'ospedale. Al suo interno ospita i locali della guardiola, servizi igienici e spogliatoi per il personale, un archivio.

L' **Appartamento del Personale** e la **Sala del Personale** sono collocati in prossimità della mensa. Sono zone riservate al personale per riunioni e momenti di svago.

Alcuni **Ambulatori** per controlli generale, una **Farmacia**, la **Lavanderia** e gli **Uffici** sono situati all'ingresso dell'ospedale insieme a: servizi igienici riservati al solo personale e non, spogliatoi, archivi, magazzini, una sala d'attesa ed una una reception.



# TECNOLOGIE PREVISTE

## L'energia solare e il risparmio energetico

Le **celle fotovoltaiche** consentono di trasformare direttamente la radiazione solare in energia elettrica, sfruttando il cosiddetto "effetto fotovoltaico" che si basa sulla proprietà di alcuni materiali conduttori opportunamente trattati (tra i quali il silicio, elemento molto diffuso in natura), di generare direttamente energia elettrica quando vengono colpiti dalla radiazione solare. Una cella fotovoltaica esposta alla radiazione solare si comporta come un generatore di corrente con una curva caratteristica tensione/corrente che dipende fondamentalmente dalla intensità della radiazione solare, dalla temperatura e dalla superficie.

Tra le varie tipologie di celle fotovoltaiche si è optato per le celle poli(multi-)cristalline le quali vengono colate in blocchi e poi tagliate a dischetti. La nostra scelta è stata dettata dal buon rendimento (10-12%) e dai prezzi contenuti.

Le singole celle solari, di dimensioni intorno ai 10 x 10 cm, vengono collegate tra loro costituendo un modulo fotovoltaico il quale fornisce una potenza elettrica mediamente compresa tra i 50 e i 120 W. Per aumentare la potenza elettrica è necessario collegare più moduli formando un pannello e, analogamente, più pannelli formando una stringa. I moduli fotovoltaici convertono l'energia luminosa in energia elettrica a corrente continua in "tempo reale", cioè la produzione di energia elettrica è contemporanea alla captazione dell'energia solare.

Un **impianto fotovoltaico isolato** è composto dai seguenti elementi:

1. Cella solare: per la trasformazione di energia solare in energia elettrica. Per ricavare più potenza vengono collegate tra loro diverse celle.
2. Regolatore di carica: è un apparecchio elettronico che regola la ricarica e la scarica degli accumulatori. Uno dei suoi compiti è di interrompere la ricarica ad accumulatore pieno.
3. Accumulatori: sono i magazzini di energia di un impianto fotovoltaico. Essi forniscono l'energia elettrica quando i moduli non sono in grado di produrne, per mancanza di irraggiamento solare.
4. Inverter (o convertitore): trasforma la corrente continua proveniente dai moduli e/o dagli accumulatori in corrente alternata convenzionale a 220V.

La struttura è dotata di un impianto composto nel quale il fotovoltaico fornisce l'energia per l'illuminazione e le apparecchiature non mediche, mentre il gruppo elettrogeno Diesel alimenta le apparecchiature mediche ed in caso di emergenza fornisce supporto energetico al sistema fotovoltaico.

### PRO:

- Autosufficienza energetica (inesauribilità della fonte)
- Assenza di emissioni inquinanti ed in particolare di gas serra
- Possibilità di accumulo energia in eccesso
- Elementi tecnici piuttosto resistenti e duraturi
- Poca necessità di manutenzione

### CONTRO:

- Difficoltà a reperire i ricambi
- Manutenzione effettuata da tecnici (solo pannello)
- Rendimento di conversione ancora non elevato
- Il costo dell'energia prodotta ancora elevato



Il **solare termico** ci permette, tramite uno o più convertitori di energia solare detti collettori solari, di produrre calore per riscaldare fino a 70-120°C l'acqua sanitaria da utilizzare per usi non medici. I pannelli solari convogliano l'acqua calda prodotta in un serbatoio di accumulo, su cui interviene un sistema di riscaldamento integrativo di tipo tradizionale (una caldaia a gas).

Nella nostra struttura abbiamo utilizzato impianti solari a circolazione forzata i quali, tra le varie tipologie, sono certamente più complessi ma offrono maggiori rendimenti. Questi impianti sono dotati di termoregolazione per la circolazione del fluido.

I sistemi solari termici sono estremamente affidabili (la durata di vita è superiore a 25 anni) e le operazioni di manutenzione consistono per lo più nella pulizia del vetro del collettore e nella verifica annuale dei principali dispositivi del circuito.

Nella nostra struttura, il sistema solare termico, viene impiegato per la produzione di acqua calda consentendo di coprire mediamente l' 80-90% del fabbisogno termico annuo dell'utenza, con punte del 100% nei mesi estivi.

**PRO:**

- Riscaldamento acqua calda tramite l'irraggiamento solare, quindi senza il consumo di gas o elettricità
- Poca necessità di manutenzione
- Alta affidabilità
- Non inquinano
- Abbattimento delle bollette



**CONTRO:**

- Manutenzione e montaggio effettuata da tecnici specializzati
- Ricambi difficili da reperire

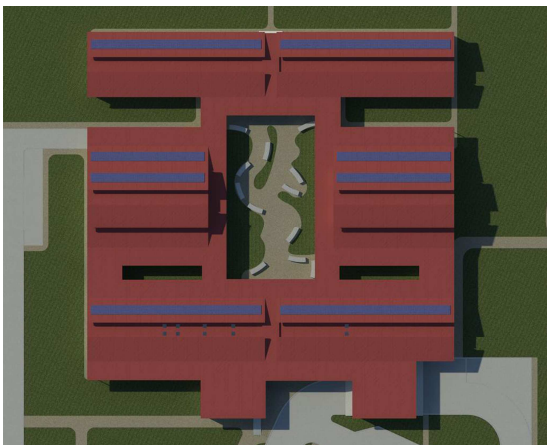
**Elementi di illuminazione a led:**

**PRO:**

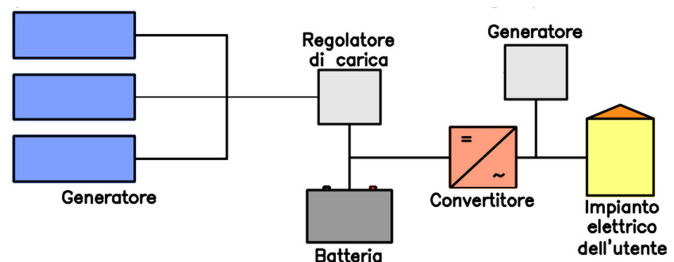
- Consuma circa il 60% in meno delle lampade ad incandescenza e il 30% in meno delle lampade a fluorescenza o neon
- Durata di vita molto alta
- La luce è direzionale, elimina l'inquinamento luminoso
- Manutenzione come qualsiasi altro elemento

**CONTRO:**

- Sensibilmente più costose delle alternative
- Meno reperibili



*Posizione del solare termico e del fotovoltaico*



*Schema dell'impianto fotovoltaico*

Il ciclo dell'acqua

La **fitodepurazione** è un sistema naturale di depurazione delle acque di scarico costituito da un bacino impermeabilizzato riempito con materiale ghiaioso e vegetato da piante acquatiche.

La depurazione avviene mediante l'azione combinata tra substrato ghiaioso, piante, refluo e

microrganismi presenti.

Il sistema funziona in assenza di energia aggiunta e quindi di parti elettromeccaniche. Ciò permette di definire l'impianto "ecocompatibile".

La **realizzazione** del bacino avviene attraverso un rivestimento con un sistema di impermeabilizzazione ottenuto con flangie per tubi passa guaina in PVC a garanzia di tenuta (brevetto Initram Impresa Italia Srl).

Il bacino, una volta impermeabilizzato, viene riempito con materiale inerte selezionato sul quale saranno direttamente piantumate le diverse essenze vegetali macrofite atte alla depurazione.

Il livello del refluo all'interno del bacino di fitodepurazione è costantemente mantenuto 10/15 cm sotto la superficie della ghiaia mediante il sistema di regolazione del livello posto in uscita. L'impianto è calpestabile, senza affioramento di acqua in superficie. Viene garantita così la totale assenza di cattivi odori e di insetti molesti.

Per il **dimensionamento** degli impianti viene considerata una portata di scarico media giornaliera procapite di 200 litri, una quantità di BOD5 procapite pari a 60 g/giorno con pH all'ingresso compreso fra 6 e 8,5.

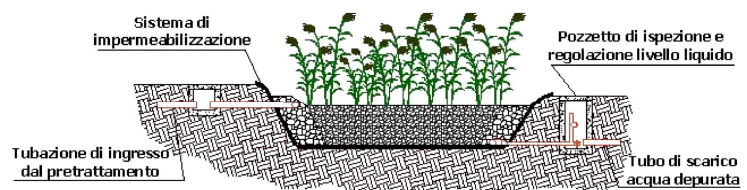
Nel nostro caso l'impianto avrà un'estensione di circa 300 mq (30m x 10m).

PRO:

- Sfruttamento del metabolismo naturale di determinate piante per la purificazione delle acque e loro possibile riutilizzo
- Minimo costo di gestione e manutenzione
- Assenza di parti elettromeccaniche
- Rese depurative conformi alla normativa vigente
- Lunga durata
- Assenza di cattivi odori

CONTRO:

- Costo elevato degli elementi filtranti
- Difficile reperibilità elementi filtranti nelle zone di intervento



Impianto di **raccolta dell'acqua piovana**:

PRO:

- Raccolta e riserva delle acque piovane da reinserire nell'impianto
- Facilità di manutenzione
- Possibile collegamento con l'impianto di fitodepurazione

CONTRO:

- Necessità di depurazione sia dalle impurità, sia dagli elementi contaminanti

## Impianto di depurazione e raffrescameto dell'aria

La struttura è dotata di **impianti passivi di raffrescamento** (come pareti e tetto ventilati, finestre ad altezze diverse per il ricircolo dell'aria ed un interrato di filtro) e **impianti meccanici**.

Nella **trappola di sabbia** l'aria viene catturata e convogliata in un tunnel ricavato nell'interrato dell'edificio. Esso è costituito da un labirinto di muri dove l'aria sbatte continuamente perdendo gli inerti che contiene (sabbia e pulviscolo) ed abbassando la propria temperatura di circa 9°C rispetto alla temperatura d'ingresso. A questo punto l'aria viene depurata per mezzo di una doccia di acqua nebulizzata. L'aria ottenuta viene perciò immessa nel sistema di condizionamento.

La trappola di sabbia è presente al disotto di ogni singolo reparto creando così una serie di sistemi di raffrescamento indipendenti tra loro. In questo modo, inoltre, se si verificasse un guasto non si pregiudicherebbe il funzionamento dell'intero sistema.

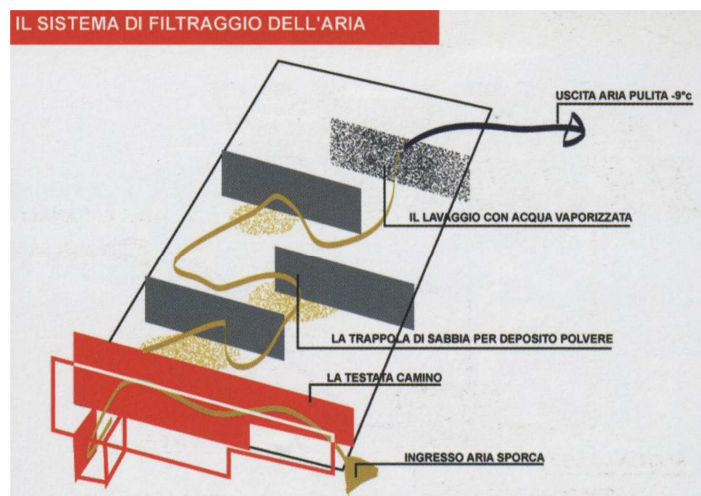
In ogni reparto quindi vi sono scala per togliere gli inerti persi dall'aria e una sala dove tenere gli impianti meccanici di raffrescamento.

### PRO:

- Purificazione aria da agenti contaminanti e dalle polveri senza l'utilizzo dell'energia elettrica
- Raffrescamento dell'aria in maniera naturale

### CONTRO:

- Manutenzione fatta da tecnici specializzati
- Costo elementi filtranti
- Reperibilità elementi filtranti



# I MATERIALI UTILIZZATI

## L'Adobe

L'adobe è una tecnica che prevede la realizzazione di mattoni di terra cruda formati a mano con o senza stampo, senza compressione e lasciati seccare naturalmente, senza cottura.

Uno dei grandi vantaggi dell'adobe è la flessibilità nelle modalità di produzione e la facilità di messa in opera.

Il mattone di adobe, utilizzato da millenni, è certamente uno dei primi materiali elaborati dall'uomo. Il termine adobe proviene dall'egiziano thobe (mattone) tradotto in arabo ottob, diventato adobe in spagnolo e a volte chiamato toub in francese.

Mattoni massicci in terra cruda, l'adobe, sono tipici delle regioni calde dove vengono utilizzati per murature portanti; sono tuttavia diffusi anche nei paesi nordici ed europei. In Italia sono ampiamente utilizzati nel Sud della Sardegna (con il nome di ladiri), in Abruzzo nella provincia di Pescara, e in Piemonte nella zona di Tortona.

Nel Centro e nel Nord Europa i mattoni crudi spesso sostituiscono il torchis nel riempimento degli edifici a struttura portante in legno.

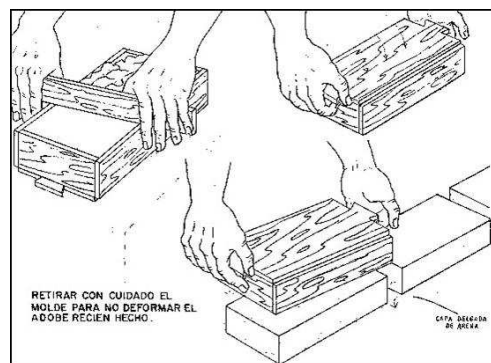
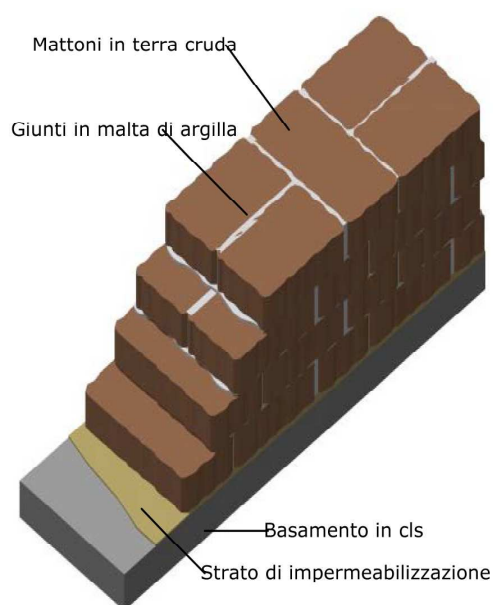
Il mattone crudo è un prodotto ottenuto dall'impasto di argilla, limo e sabbie, a volte mista a paglia, in percentuali variabili, versato in stampi in legno e lasciato essiccare al sole.

L'argilla contenuta nel terreno agisce da legante e conferisce la giusta coesione fra le particelle dell'impasto. Solitamente viene utilizzata la terra estratta al di sotto dello strato arabile, evitando strati contenenti sostanze putrescibili e con scarsa **resistenza meccanica**. Ideale per la realizzazione del mattone crudo è la terra grassa e sabbiosa. Se il contenuto di limo è alto ben si presta ad impasti con la paglia.

Le dimensioni del mattone sono uguali a quelle del mattone storico. Per avere mattoni di maggiore dimensione è necessario utilizzare argilla magra da miscelare a paglia triturrata, usate per pareti non portanti. La paglia, infatti, conferisce maggiore leggerezza al mattone rendendolo più adatto alla realizzazione di tamponature.

La produzione artigianale può essere effettuata direttamente in cantiere e consiste nella modellazione dei mattoni effettuata pressando manualmente l'impasto negli stampi in legno.

Una volta tolti dallo stampo i mattoni vengono disposti all'aria aperta per essere essiccati naturalmente, per un periodo che va da due a quattro settimane, a seconda delle stagioni.



Caratteristiche	Mattone pesante	Mattone leggero
Dimensioni (cm)	11,5x24x16	11,5x24x16
Densità (kg/m <sup>3</sup> )	1.800	1.000
Resistenza alla compressione (N/mm <sup>2</sup> )	4,5	1,7
Calore specifico (kJ/kgK)	1,0	1,0
Conducibilità termica (W/mK)	0,93	0,50
Resistenza al vapore acqueo (m)	7	7
Capacità fonoisolante (dB)	48	42

I manufatti realizzati con questa tecnica sono caratterizzati da elevata **inerzia termica** per via dell'elevato peso specifico e dell'utilizzo di terra non alleggerita. Questa tecnica si rivela quindi particolarmente adatta per la realizzazione di murature portanti esterne nelle zone climatiche ad alta escursione termica. Inoltre l'inerzia del materiale fa sì che il calore assorbito dalla parete si distribuisca all'interno con un notevole sfasamento orario a temperature costanti questo effetto non si nota, ma a climi con elevate escursioni termiche giorno/notte il calore accumulato di giorno viene disperso di notte, e alla mattina la parete è di nuovo fresca, permettendo di mantenere all'interno una temperatura costante, specialmente in estate.

La presenza di grandi masse di terra non alleggerita consente l'**accumulo di calore** nelle murature interne ed esterne. Il miglior rendimento di questa proprietà si ottiene con manufatti in blocchi stabilizzati posti a Sud o all'interno di serre.

I blocchi formati, essendo dotati di elevata massa, consentono un buon **isolamento acustico**.

Questa tecnica non consente di ottenere apprezzabili livelli di **isolamento termico**. Poiché anche nel caso di un aumento dello spessore della muratura il livello di isolamento termico non raggiunge valori soddisfacenti, in alcuni climi si renderà necessaria l'applicazione di pannelli isolanti alla muratura o l'integrazione con tecniche di terra alleggerita.

Il mattone in Adobe è di **facile operatività**. La maggiore specializzazione è richiesta nella realizzazione dell'impasto, mentre la fase di formatura ed essiccamento richiedono grande attenzione, ma non particolari conoscenze.

Questa tecnica non richiede particolari investimenti iniziali, quindi si rivela particolarmente adatta a esperienze di autocostruzione, purché sia garantita la presenza di un esperto per la verifica della qualità degli impasti e dei blocchi. Inoltre i blocchi sono facilmente modificabili con l'utilizzo di una sega, potendo con facilità ottenere pezzi speciali.

Se ben eseguita e in assenza di eventi esogeni (per esempio infiltrazioni dal tetto, risalita capillare dal basamento o cedimenti differenziali delle fondazioni), la muratura in blocchi presenta nel tempo un'alta **affidabilità**.

Gli edifici realizzati in blocchi formati, se ben protetti, possono avere **durate** molto lunghe. In Sardegna, interi paesi risalenti al secolo scorso sono ancora in ottime condizioni di conservazione.

I blocchi compressi sono praticamente **incombustibili**. Le norme DIN (18 952) tedesche considerano i manufatti in terra di peso specifico superiore ai 1700 Kg/mc come incombustibili. L'inerzia termica garantisce una temperatura interna costante, soprattutto in caso di pareti a più teste.

I blocchi formati, se assemblati con malta in terra cruda, possono essere facilmente **riutilizzabili o riciclabili**. La polvere di malta stessa può essere umidificata e riutilizzata sul posto. Nel caso di dismissione della parete i blocchi in breve tempo si sciolgono tornando terra coltivabile. Qualora la parete non sia omogenea (finita cioè con intonaci plastici o cementizi e provvista di isolamenti termici) prima della dismissione sarà necessario separare i diversi componenti.

Il grande quantitativo di terra necessario per le realizzazioni ottenute con questa tecnica può comportare problemi di **impatto ambientale** qualora gli scavi del materiale siano fatti in modo sconsiderato. D'altra parte però questa tecnica, poiché permette di realizzare murature portanti interamente in terra, riduce notevolmente l'uso di altri materiali naturali (per esempio il legno).

Le murature in blocchi hanno una buona **resistenza al gelo**. Inoltre la preformazione e la pressicizzazione dei blocchi fanno sì che questi possano essere assemblati in tutte le stagioni senza temere i geli invernali.

La **resistenza agli attacchi biologici** dipende dalla compattezza e dalla omogeneità dei blocchi, nonché dall'assenza di inerti di tipo organico. Per questo è necessaria una grande attenzione

nell'esecuzione affinché non siano lasciate cavità. Un ulteriore intervento di protezione è costituito dall'applicazione dell'intonaco.

La **flessibilità** delle costruzioni in blocchi formati o colati è paragonabile a quella di una comune muratura in laterizio.

Gli edifici in blocchi formati presentano **regole costruttive** essenzialmente riconducibili a quelle in blocchi compressi salvo il fatto che questi blocchi sono più leggeri e possono essere facilmente tagliati e sagomati in cantiere. Riguardo alle superfici il blocco formato deve essere preferibilmente protetto con intonaco traspirante (a base di terra per interni o a base di calce aerea).

I mattoni crudi vengono **posati in opera** con malta d'argilla o malta di calce su di uno zoccolo in pietrame o calcestruzzo, dopo avere realizzato una barriera orizzontale contro l'umidità di risalita dal terreno. La muratura va rifinita esternamente con uno strato di finitura in intonaco di calce, per proteggere i mattoni dalla pioggia, verso la quale risultano essere vulnerabili. Lo spessore minimo dei muri portanti è di 30 cm, per murature ad un piano, di 50 cm, per murature a due piani. Nel caso di erosione delle superfici (uno dei danni più frequenti) è relativamente agevole intervenire per risanare tramite inserti realizzati in opera con lo stesso impasto del blocco.

### Isolante in fibra cellulosa

Per le sue **caratteristiche tecniche** l'isolante ad insufflaggio in fibre di cellulosa rende possibile una coibentazione efficiente per risparmiare energia tenendo conto dell'ambiente. L'isolante ottenuto da carta di giornali vecchi si caratterizza per le sue ottime capacità isolanti sia nella stagione calda, che in quella fredda e consente di ridurre sensibilmente le spese per il riscaldamento in inverno e per il condizionamento in estate. Le fibre naturali vengono correntemente impiegate per progetti edilizi in oltre 12 paesi europei e cresce ogni giorno il numero di costruttori che apprezzano i vantaggi di un sistema di isolamento di questo tipo.

<b>Isolante ad insufflaggio</b>	
Componenti	Carta di giornale e prodotti borici per la conservazione
Conduttività termica	$\lambda$ 0,039 w/mk
Coefficiente di resistenza alla diffusione al vapore	$\mu$ 1
Assorbimento d'acqua	14,5/35,19 kg/m
Resistenza al flusso d'aria	6,1 kPa s/mq
Classe di reazione al fuoco conforme a BN 13501-1	B-s2, dD
Resistenza alla crescita di muffe	Classe 0
Corrosione dei metalli	Nessuna capacità di corrodere i metalli
Salubrità	Privo di sostanze nocive ai sensi dell'ETA-05/0186

L'applicazione viene fatta a spruzzando uno strato di isolante dai 30-60 mm sul lato interno delle pareti, dei solai e dei tetti. In questo caso lo strato da applicare a spruzzo è di 30-60 mm. La speciale **tecnica di posa** offre notevoli vantaggi sia al committente che ai posatori. Il costruttore può ottenere un isolamento continuo privo di dispersioni e ponti termici. È possibile isolare in modo efficace anche i tetti di vecchie costruzioni senza dover rimuovere i coppi. La realizzazione di uno strato di isolamento permeabile permette al proprietario dell'immobile di godere di una temperatura interna piacevole, senza emissione di sostanze nocive.





## Vespai areato

Vespai aerato **costituito** da cupole in polipropilene che velocemente collegate le une alle altre compongono una struttura autoportante atta a ricevere il getto in calcestruzzo.

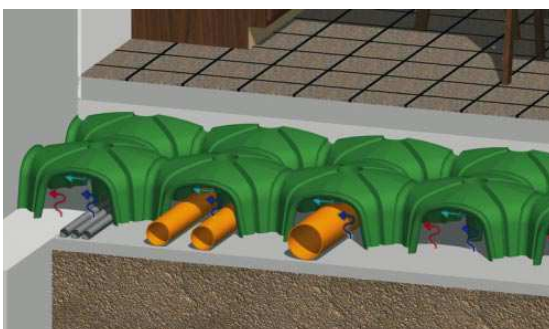
Ha le seguenti **caratteristiche tecniche**:

- Elevata capacità portante;
- Impermeabilizzazione contro l'umidità;
- Aerazione in tutte le direzioni;
- Passaggio sotto la soletta di cavi, tubazioni e impianti;
- Posa su qualsiasi tipo di superficie d'appoggio-terreno, ghiaione, magrone ecc.;
- Grande adattabilità a qualsiasi forma di pianta;
- Intercapedini ispezionabili;
- Il piedino centrale assorbe le vibrazioni provocate durante l'operazione di lisciatura meccanica;

Per la **posa** basta disporre gli elementi con la freccia, stampata sopra ciascun elemento, in avanti, procedere per file orizzontali iniziando da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso.

H cm:

13,5  
20  
26  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65  
70



## Travi e arcarecci per la copertura

Per le travi e gli arcarecci, in assenza di informazioni sulle caratteristiche del legname locale, si è pensato di utilizzare un tipo di legno simile al castagno che si adattasse bene al clima del luogo.

### **Caratteristiche generali** (castagno):

- Resiste bene l'umidità
- Legno semiduro
- Elastico
- Resistente
- Facile reperibilità in Italia

### **Caratteristiche tecniche** (castagno):

Massa volumica ( $\rho$ ):

- $\rho$  allo stato fresco da 700 a 1180 kg/m<sup>3</sup>, mediamente 1000 kg/m<sup>3</sup>
- $\rho$  ad umidità normale (12% di umidità del legno) da 370 a 700 kg/m<sup>3</sup> mediamente 580 kg/m<sup>3</sup>
- $\rho$  densità basale 490 kg/m<sup>3</sup>

Ritiri ( $\beta$ ):

- $\beta_r$  Ritiro radiale totale 4.3 %
- $\beta_t$  Ritiro tangenziale totale 6.6%
- $\beta_v$  Ritiro volumetrico 11.2 %
- Ritiri considerati in genere medio-bassi

Resistenze meccaniche:

- Resistenza a compressione assiale ( $\sigma$ ) mediamente 50 MPa (N/mm<sup>2</sup>)
- Resistenza a flessione statica (ad umidità normale del legno) 110 MPa (N/mm<sup>2</sup>)
- Modulo di elasticità a flessione 11380 MPa (N/mm<sup>2</sup>)
- Resistenza a taglio 7,3 MPa (N/mm<sup>2</sup>)
- Durezza da bassa a media
- Discretamente fissile

Durabilità e impregnabilità (classificazione in base alla normativa UNI EN 350-2):

- Durabile ai funghi (Classe di durabilità 2)
- Insetti: Anobium (Famiglia anobidi, detti comunemente tarli) Non Resistente; Termiti, Moderatamente Resistente
- Durame non impregnabile (classe di impregnabilità 4).



## Pannelli di legno Okoumè

I pannelli utilizzati sia nella **muratura** sia nel **tetto** sono di legno **Okoumè**, il quale è un legno originario dell'Africa Equatoriale, di fibra omogenea e lunga durata, facilmente reperibile nella Repubblica Democratica del Congo.

Da questo legno si possono ricavare ottimi **compensati utilizzabili in edilizia**.

L'incollaggio utilizzato è di tipo 4 (norme NB 54 154) resistente all'umidità elevata, all'acqua e alle intemperie. I pannelli possono essere utilizzati per mobili da bagno, saune, tettoie esterne, coperture e lavori di falegnameria esterna.



L'**Okoumè a fibre parallele** viene realizzato mediante l'inserimento all'interno dello stesso, ad una profondità predeterminata, uno strato di tranciato di Okoumè, mentre i restanti strati del compensato sono disposti prevalentemente a fibratura parallela e costituiti da materiali selezionati per qualità e colore.

### **Caratteristiche generali:**

- Legno leggero
- Compensato grezzo
- Specie legnose - faccia: Okoumé (Gaboon, Okaka, Azouga)
- Specie legnose - strati interni: Okoumé (Gaboon, Okaka, Azouga)
- Specie legnose - controfaccia: Okoumé (Gaboon, Okaka, Azouga)
- La lavorazione non presenta particolari difficoltà

### **Dati tecnici:**

- Peso specifico (kg/m<sup>3</sup>): 400 - 500
- Spessore utilizzato (cm): 3
- Spessore prodotto (cm): 0,4 - 4
- Volume (m<sup>3</sup> al mese): 10 - 400

## Membrana impermeabilizzante autoadesiva (NOVA-SK)

La scelta della **guaina bituminosa autoadesiva** è dovuta all'impossibilità di utilizzare la fiamma per il suo fissaggio. La massa impermeabilizzante è costituita da bitume distillato selezionato, modificato con elastomeri termoplastici che la rendono altamente adesiva, autosigillante e dotata di elevata elasticità.

La massa impermeabilizzante è **costituita** da bitume distillato selezionato, modificato con elastomeri termoplastici (SBS, SIS e speciali resine) che la rendono altamente adesiva, autosigillante e dotata di elevata elasticità. L'armatura interna in tessuto non tessuto rinforzato con fibre di vetro conferisce alla membrana ottima stabilità dimensionale ed alte caratteristiche meccaniche sia in senso longitudinale che trasversale. Presenta la faccia inferiore rivestita con film poliolefinico siliconato asportabile e la faccia superiore rivestita con un tessuto non tessuto in polipropilene. Nella versione NOVA-SK MINERAL, la faccia superiore è rivestita con scagliette di

ardesia. Entrambe le versioni sono dotate di una cimosa laterale autoadesiva di sovrapposizione protetta da film siliconato asportabile.

I **vantaggi** sono

- Semplicità di posa;
- Sicurezza di adesione;
- Velocità ed economicità di applicazione;
- Non necessita dell'uso di fiamme libere;
- Presenta qualità autoadesive eccellenti su varie tipologie di supporto e di forma;
- Può essere impiegata in situazioni di difficile accesso sia in piano che in verticale;
- Elevata elasticità
- Ottima resistenza a freddo ( $\leq -25\text{ °C}$ )
- Possibilità di applicare strati successivi di membrana con il metodo tradizionale (rinvenimento a fiamma)



### **Precauzioni e consigli:**

1. Il NOVA-SK deve essere applicato su piano di posa liscio, pulito ed asciutto;
2. Le solette devono essere piene e non presentare fori o aree non sostenute inferiormente;
3. Applicare con temperature sia ambientali che del supporto non inferiori a  $+10\text{ °C}$ ;
4. Non applicare con condizioni climatiche di particolare umidità (nebbia) o freddo (presenza di rugiada);
5. La membrana va stesa sulla superficie da impermeabilizzare con il lato in nontessuto di polipropilene (o ardesiato nel NOVA-SK MINERAL) a vista;
6. Il rivestimento in TNT di polipropilene della faccia superiore permette l'esposizione dei teli agli agenti atmosferici per diverso tempo dopo la posa;
7. Il film poliolefinico siliconato posto sulla faccia autoadesiva della membrana va asportato immediatamente prima della posa del rotolo;
8. Le giunzioni di testa devono essere di almeno 15 cm, quelle longitudinali devono coprire completamente la cimosa di cui sono forniti i rotoli;
9. Le sovrapposizioni vanno sempre pressate con apposito rullino;
10. In caso di applicazione del NOVA-SK MINERAL come sottotegola su superfici con forte pendenza ( $>35\%$ ), si consiglia di fissare meccanicamente la testa dei teli che verranno sigillati sormontando i successivi teli;
11. Nel caso di strutture con forti sollecitazioni o in particolari condizioni di posa, devono essere applicate fasce di NOVA-SK a cavallo delle linee di accostamento degli elementi prefabbricati. L'altezza delle fasce deve essere tale da coprire per almeno 10 cm entrambi i bordi della fessura;
12. L'altezza dei risvolti verticali deve essere di almeno 20 cm sopra il livello massimo previsto per le acque meteoriche;
13. I rilievi verticali devono essere completati con scossaline metalliche di protezione fissate meccanicamente;
14. Nel caso in cui durante l'applicazione si debba procedere ad aggiustamenti dell'allineamento, tagliare la membrana ed effettuare la giunzione. Evitare di ripetere la posa staccando la membrana

La membrana può essere **applicata** a freddo, sia in piano che in verticale, ai più vari supporti: calcestruzzo, metallo, legno in pannelli (plywood), compensato marino, pannelli isolanti, manti bituminosi, ecc. In particolare trova impiego in tutte quelle situazioni in cui l'uso della fiamma è

sconsigliato (tetti in legno, isolanti termici sensibili alla fiamma, ecc.) o disagiata (muri di fondazione, strutture interrato, ecc.). Manti successivi di membrana possono essere applicati in totale aderenza mediante rinvenimento a fiamma.

#### **Preparazione ed allineamento:**

- 1) Srotolare il prodotto sul piano di posa ed allinearli ad un punto di riferimento (muretto perimetrale, linea di gronda o altro);
- 2) Riavvolgere il rotolo per metà della sua lunghezza;
- 3) Tagliare con la lama ben affilata di un cutter il film poliolefinico siliconato antiaderente asportabile che riveste la faccia inferiore del rotolo (perpendicolarmente alla lunghezza e senza incidere la superficie rotolo).

#### **Applicazione della membrana:**

- 1) Ridistendere il rotolo sulla superficie da impermeabilizzare contemporaneamente alla rimozione del film siliconato;
- 2) Riavvolgere l'altra metà del lato opposto;
- 3) Ripetere le operazioni descritte al punto B. 1;
- 4) Asportare la bandella di film siliconato che ricopre la cimosa laterale autoadesiva (larga 8 cm) posta sulla faccia superiore della membrana prima di realizzare la giunzione dei teli successivi;
- 5) Subito dopo l'applicazione rullare bene le sovrapposizioni di testa e longitudinali mediante apposito rullino pressatore, in modo da favorire la perfetta adesione della membrana;
- 6) Se necessario riscaldare la parte superiore delle cimose di sovrapposizione con LEISTER ad aria calda o con cannello a gas propano senza fiamma.

#### **Stoccaggio e conservazione:**

Stoccare i rotoli (anche se parzialmente usati) al riparo dai raggi solari e, soprattutto in periodo invernale, all'interno. Evitare la sovrapposizione dei pallets per non causare deformazioni ai rotoli. Conservare i rotoli per periodi possibilmente non superiori a sei mesi.

#### Lamiera di copertura in acciaio

La copertura è stata realizzata con lastre isolanti in acciaio a protezione multistrato, marchiate CE secondo UNI EN 14782. Le **lastre** tipo Ondulit a **profilo ondolato**, saranno costituite da una lamiera di acciaio zincato (EN 10147) protetta nella faccia superiore da un rivestimento a base bituminosa (dello spessore di circa mm 1,5) con funzione anticorrosiva ed insonorizzante e da una lamina in alluminio naturale (ovvero preverniciato, ovvero rame elettrolitico), e nella faccia inferiore da un primer bituminoso e da una lamina di alluminio naturale (ovvero preverniciato).

Per assicurare la stabilità nel tempo delle **caratteristiche prestazionali**, la protezione con funzione anticorrosiva e insonorizzante, dello spessore di circa mm 1,5, dovrà essere posizionata sull'estradosso della lamiera.

#### **Dati tecnici:**

- Profilo (mm): 30
- Spessore acciaio (mm): 0,60
- Massa/m<sup>2</sup> (kg): 8,200
- Potere fonoisolante (db): 28
- Reazione al fuoco: Classe B-s1, d0
- Resistenza corrosione in nebbia salina (ore): 3000



#### Pavimentazione interna in PVC

La pavimentazione interna è stata studiata tenendo conto del tipo di struttura da realizzare e quindi dell'alto livello igienico da mantenere.

**Pavinil** è la famiglia di pavimenti in **PVC**, prodotti con tecnologie e materiali all'avanguardia, particolarmente resistenti ed elastici, utili per pavimentare ambienti ad uso sanitario, residenziale, commerciale, industriale e sportivo. La loro praticità comincia dalla posa in opera, rapida e non invasiva, per estendersi all'utilizzo, fino alla facile pulizia e manutenzione.

Ogni pavimento della famiglia Pavinil ha **caratteristiche tecniche** che rendono il materiale elastico, in grado di limitare eventuali danni, a se stesso, agli oggetti e alle persone, assorbendo gli impatti dovuti a cadute accidentali. Pavinil è confortevole anche dal punto di vista del rumore, perché li assorbe, con valori di abbattimento fino a 16 dB.

I punti di giunzione, sono realizzati con lo stesso materiale, quindi il risultato è un'unica **superficie liscia e omogenea più facile da pulire**. Pavinil crea un pavimento compatto senza nessun interstizio dove si possa allocare lo sporco o dove possano filtrare liquidi, con assenza di asperità difficili da pulire. Inoltre Pavinil è resistente ai più comuni agenti chimici e lavabile sia a mano che con macchina lavasciuga.

Si **posano** velocemente, senza arrecare fastidi e senza sporco. Si possono calpestare già dal giorno dopo, riducono al minimo i tempi di attesa e di installazione. Grazie alla loro flessibilità si adattano bene all'ambiente, anche se irregolare. Nelle ristrutturazioni, si possono stendere anche su vecchi pavimenti già esistenti, in poco tempo! Senza dover rifare il massetto, evitando il disagio di fastidiosi rumori, della polvere e senza necessità di demolire e trasportare in discarica eventuali detriti. Pavinil BF70, con proprietà antiscivolo R10 Classificato reazione al fuoco Bfls1, antistatico adatto ad uso intensivo classe 43 Antistatico e molto resistente, è molto adatto per usi sanitari.

#### **Dimensioni:**

- Spessore totale (mm): 2,0 - EN 428
- Strato di usura (mm): 0,70 - EN 429
- Larghezza rotoli standard (m): 2 - EN 426
- Lunghezza rotoli (m): 20 - EN 426
- Peso (kg/m<sup>2</sup>): 2,80 - EN 430

#### **Certificazioni:**

- Resistenza all'abrasione: gruppo T - EN 653
- Impronta residua: mm. 0,1 - EN 433
- Stabilità dimensionale: % max 0,40 - EN 434
- Coefficiente antiscivolo: classe R10 - DIN 51130
- Sicurezza antiscivolo: gruppo DS - EN 14041
- Resistenza elettrica:  $\omega < 1 \times 10^9$  - EN 1081
- Classe di resistenza: 34-43 - EN 685

