

AD ASTRA PER ASPERA

A PICCOLI PASSI VERSO LA PROGETTAZIONE STRUTTURALE

GLI EDIFICI NON VOLANO

(1/2)

STRUTTURE A TELAIO

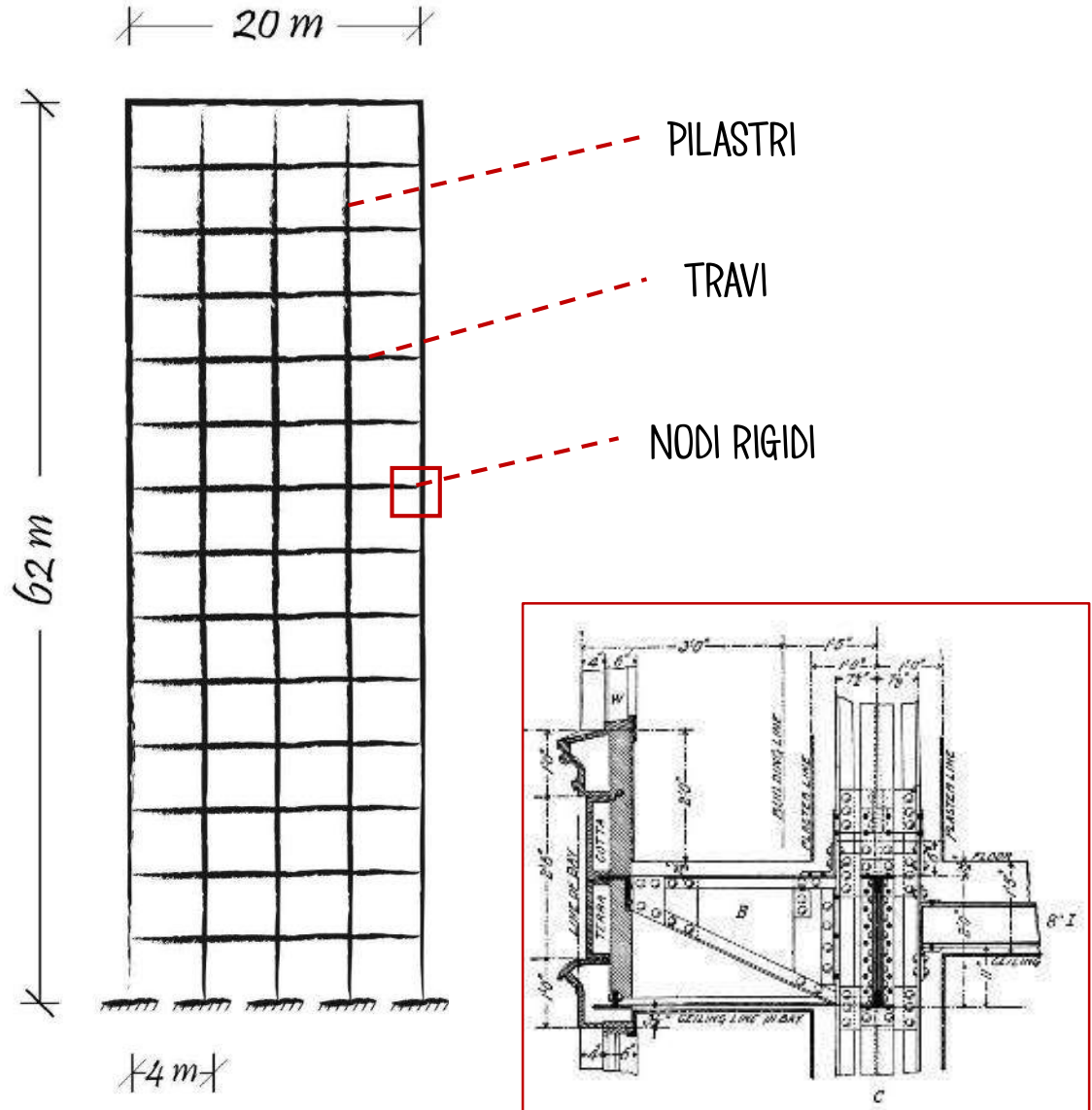
LA TRAVE È UN OGGETTO TRIDIMENSIONALE, IN CUI UNA DELLE TRE DIMENSIONI È NOTEVOLMENTE MAGGIORE RISPETTO ALLE ALTRE DUE E IL TELAIO È UN ASSEMBLAGGIO DI TRAVI ORIZZONTALI E VERTICALI RIGIDAMENTE CONNESSE TRA LORO.

L'ORIZZONTALITÀ O LA VERTICALITÀ SPECIALIZZA LA FUNZIONE DELLE TRAVI, PER CUI GLI ELEMENTI VERTICALI SONO PREVALENTEMENTE SOGGETTI A SFORZO NORMALE, MENTRE GLI ELEMENTI ORIZZONTALI SONO PREVALENTEMENTE SOGGETTI A FLESSIONE E TAGLIO; PER QUESTO MOTIVO LI SPECIALIZZIAMO ANCHE NEL NOME, I PRIMI LI CHIAMIAMO PILASTRI E I SECONDI TRAVI.

UN TELAIO SI DEFINISCE PIANO SE GLI ASSI BARICENTRICI DI TUTTI GLI ELEMENTI CHE LO COMPONGONO, APPARTENGONO AD UN UNICO PIANO. QUESTA CONTINUITÀ MATERIALE SI TRADUCE IN UNA CONTINUITÀ DI TIPO STATICO, NEL SENSO CHE TUTTI I CARICHI AGENTI VENGONO TRASPORTATI SUI VINCOLI A TERRA.

DIPENDENTEMENTE DAL NUMERO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI CHE COMPONGONO IL TELAIO, QUEST'ULTIMO PUÒ CONFIGURARSI A MOLTE CAMPATE E/O A MOLTI PIANI. IN GENERE PER I TELAI MULTIPIANO, I PILASTRI SONO TUTTI ALLINEATI E FORMANO UNA PILASTRATA (EVITANDO I PILASTRI IN FALSO) E LE TRAVI SONO PIÙ LUNGHE RISPETTO ALL'ALTEZZA DEI PILASTRI, CHE È LEGATA ALL'ALTEZZA DI INTERPIANO.

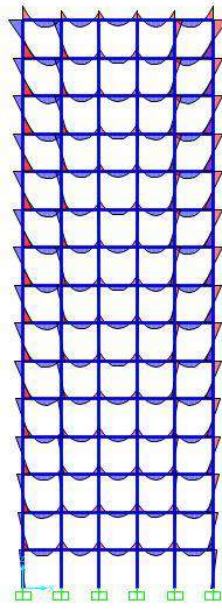
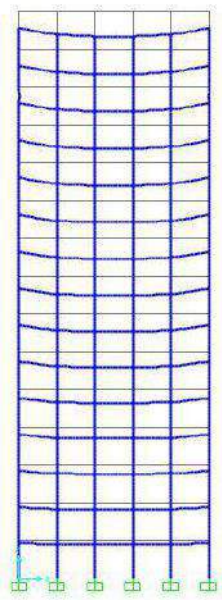
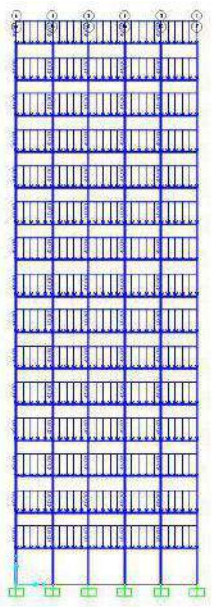
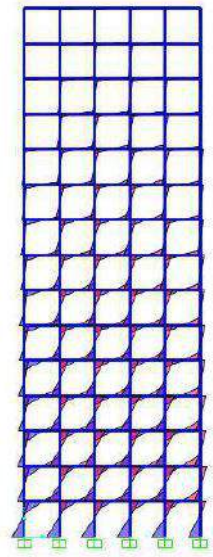
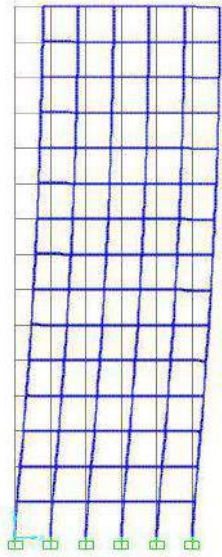
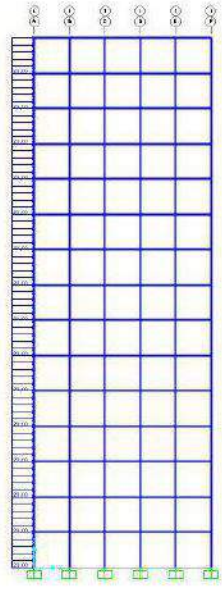
RELIANCE BUILDING | J.W. ROOTH, D. BURNHAM



QUEST'EDIFICIO È UNO DEI PRIMI GRATTACIELI CHE SI COSTRUIRONO A CHICAGO CON UN TELAIO IN ACCIAIO ED ESSO SEGNÒ IL DEFINITIVO ALLONTANAMENTO DALLE TRADIZIONALI OPERE IN MURATURA.

LA STRUTTURA, BEN RICONOSCIBILE, È DATA DA UN TELAIO IN ACCIAIO, MOLTO REGOLARE. IN GENERE I TELAI IN ACCIAIO DEVONO ESSERE CONTROVENTATI PER RESISTERE ALLE AZIONI ORIZZONTALI; IN QUESTO CASO NON È STATO NECESSARIO PERCHÉ IL NODO È STATO IRRIGIDITO, QUASI A CREARE UN INCASTRO.

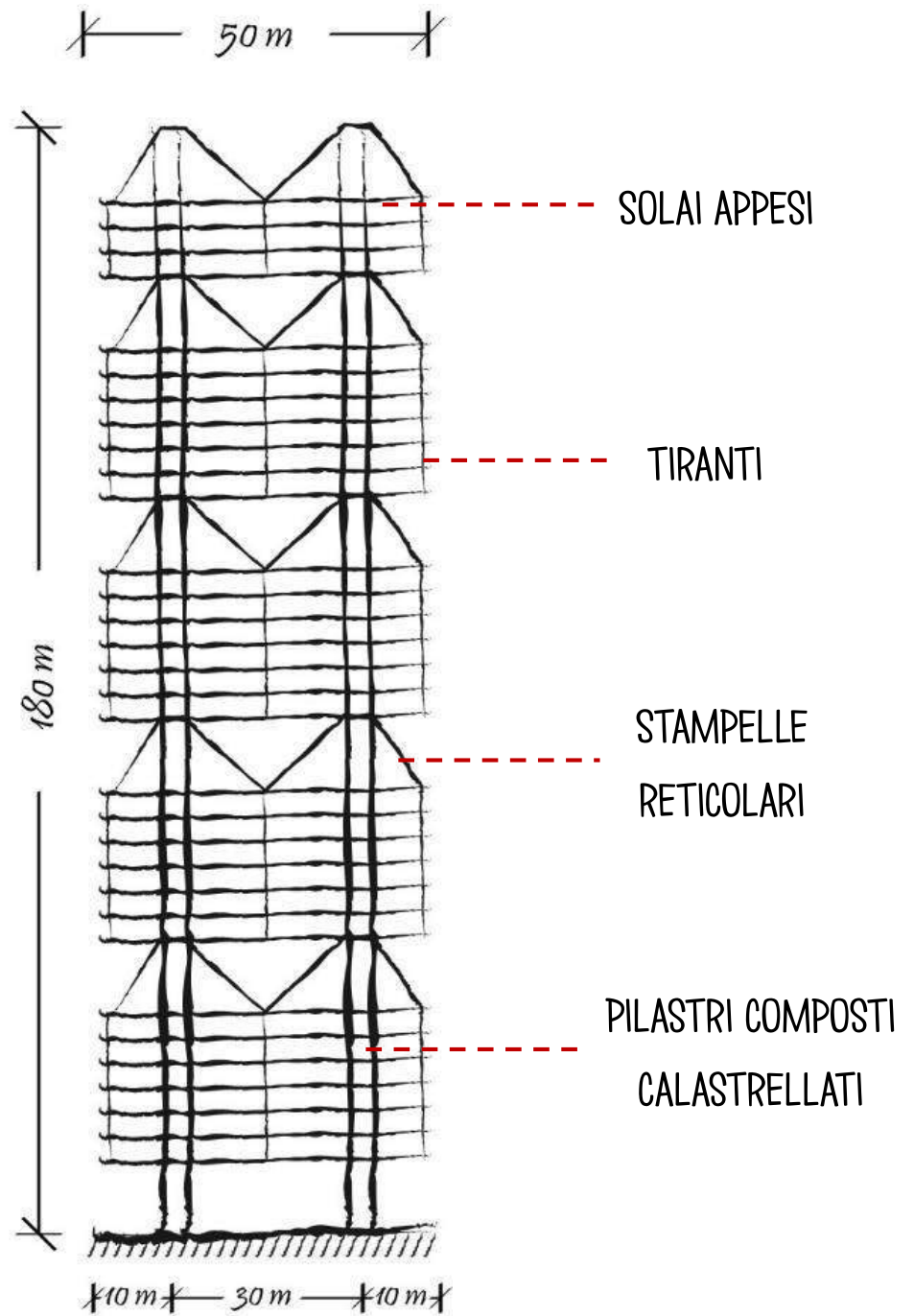
QUESTO TIPO DI STRUTTURA VA PROGETTATA TENENDO CONTO CHE È SOGGETTA SOPRATTUTTO A SFORZI FLETTENTI E A SFORZO NORMALE, SIA SOTTO L'AZIONE DEI CARICHI VERTICALI, CHE SOTTO L'AZIONE DI QUELLI ORIZZONTALI.



CARICO ORIZZONTALE

CARICO VERTICALE

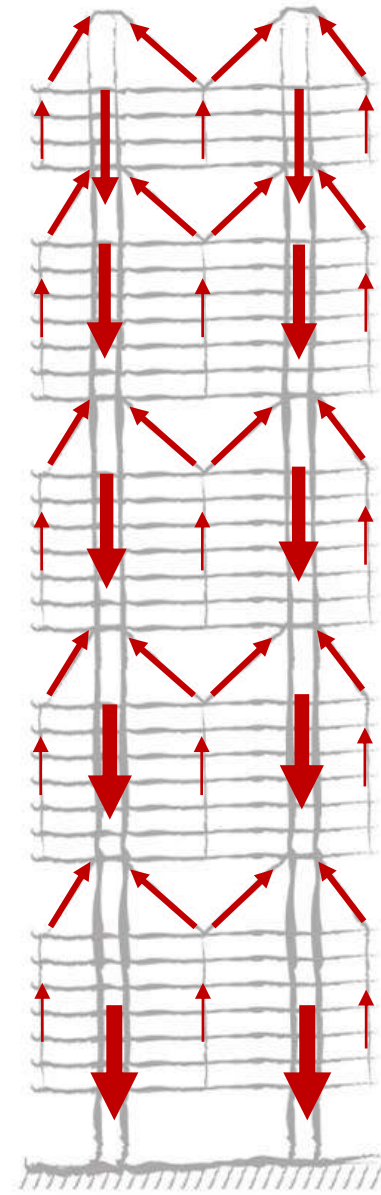
HSBC BUILDING | NORMAN FOSTER



PER L'HSBC BUILDING DI HONG KONG, LO STUDIO OVE ARUP HA REALIZZATO UNA STRUTTURA CARATTERIZZATA DALLA RIPETIZIONE DI «TELAJ PIANI» DISPOSTI PARALLELI TRA LORO.

L'ESIGENZA DI AVERE UN PIANO TERRA IL PIÙ POSSIBILE LIBERO DA ELEMENTI VERTICALI, HA PORTATO ALLA DEFINIZIONE DI UN TELAIO PIANO COSTITUITO DA DUE GRANDI ELEMENTI VERTICALI, DISPOSTI AD UNA DISTANZA DI CIRCA 30 m, GLI UNICI AD AVERE IL COMPITO DI TRASFERIRE A TERRA I CARICHI.

I PIANI SUPERIORI AL PRIMO, PREDISPOSTI PER OSPITARE DEGLI UFFICI, SONO APPESI, MEDIANTE DEI TIRANTI, A DELLE MENSOLE, REALIZZATE CON ASTE RETICOLARI. QUESTE ULTIME SONO COLLEGATE AI PILASTRONI, CHE ARRIVANO A TERRA.



GENESI DEL PROGETTO STRUTTURALE

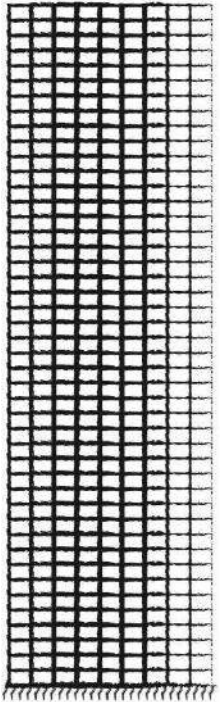
LA DISTANZA TRA GLI APPOGGI IN UNA STRUTTURA A TELAIO VARIA IN BASE AL MATERIALE E AI CARICHI GRAVANTI SU DI ESSA, IN GENERE PERÒ POSSIAMO DIRE CHE QUESTO VALORE HA UN ORDINE DI GRANDEZZA PARI A 6/8 M (a).

VOLENDO AVERE IL PIANO TERRA LIBERO DA INGOMBRI STRUTTURALI, PER REALIZZARE UNA STRUTTURA A TELAIO, SAREBBERO STATI NECESSARI DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI DI DIMENSIONI MOLTO ELEVATE AL PIAN TERRENO (b); DEDUCIAMO CHE QUESTO HA COMPORTATO LA RICERCA DI SOLUZIONI ALTERNATIVE. PERCIÒ I PROGETTISTI HANNO INIZIATO A CONSIDERARE DELLE STRUTTURE COSTITUITE DALLA RIPETIZIONE DI TELAI PIANI PARALLELI FRA LORO.

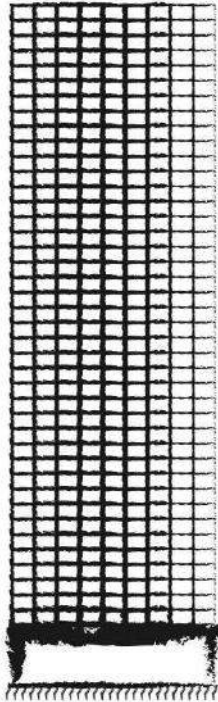
SONO STATE PROPOSTE DIVERSE OPZIONI, MOLTO PROBABILMENTE ALCUNE DI QUESTE SONO STATE SCARTATE POICHÉ CONDIZIONAVANO TROPPO L'ORGANIZZAZIONE DEGLI SPAZI INTERNI: (d) ED (e).

TRA LE VARIE OPZIONI, LA (c) E LA (f) SONO EQUIVALENTI A LIVELLO DISTRIBUTIVO, MA A LIVELLO STRUTTURALE LA (f) FUNZIONA MEGLIO, POICHÉ I PILASTRONI SONO PER LO PIÙ COMPRESSI SOTTO L'AZIONE DEI CARICHI VERTICALI, MENTRE NELLA (c) I PILASTRONI SONO SOGGETTI A GRANDI SOLLECITAZIONI FLETTENTI.

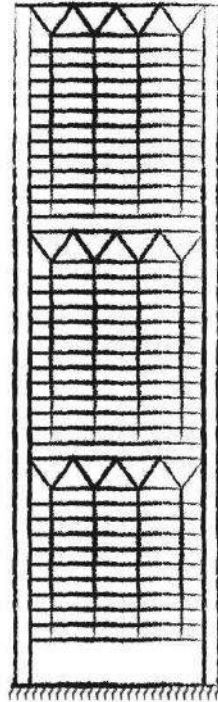
GENESI DEL PROGETTO STRUTTURALE



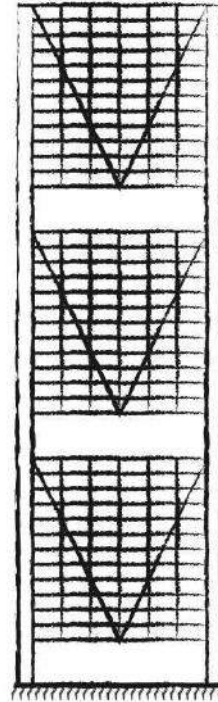
(a)



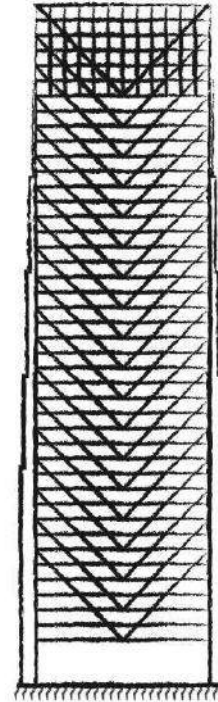
(b)



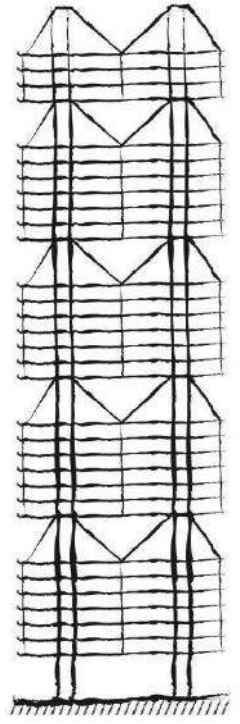
(c)



(d)



(e)

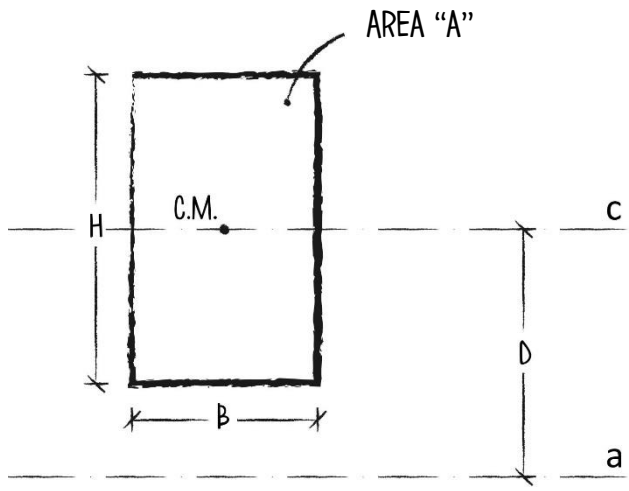


(f)

PER I CARICHI VERTICALI LA STRUTTURA È SOGGETTA SOPRATTUTTO A SFORZO NORMALE; MENTRE PER LE AZIONI ORIZZONTALI GLI ELEMENTI VERTICALI SONO SOGGETTI PREVALENTEMENTE A FLESSIONE. ESSI MERITANO UNA PARTICOLARE ATTENZIONE, POICHÉ PER RESISTERE AGLI SFORZI FLESSIONALI SONO STATI CONCEPITI COME PILASTRI COMPOSTI DA PROFILI DISTANTI L'UNO DALL'ALTRO MA COLLEGATI DA ELEMENTI CHIAMATI CALASTRELLI.

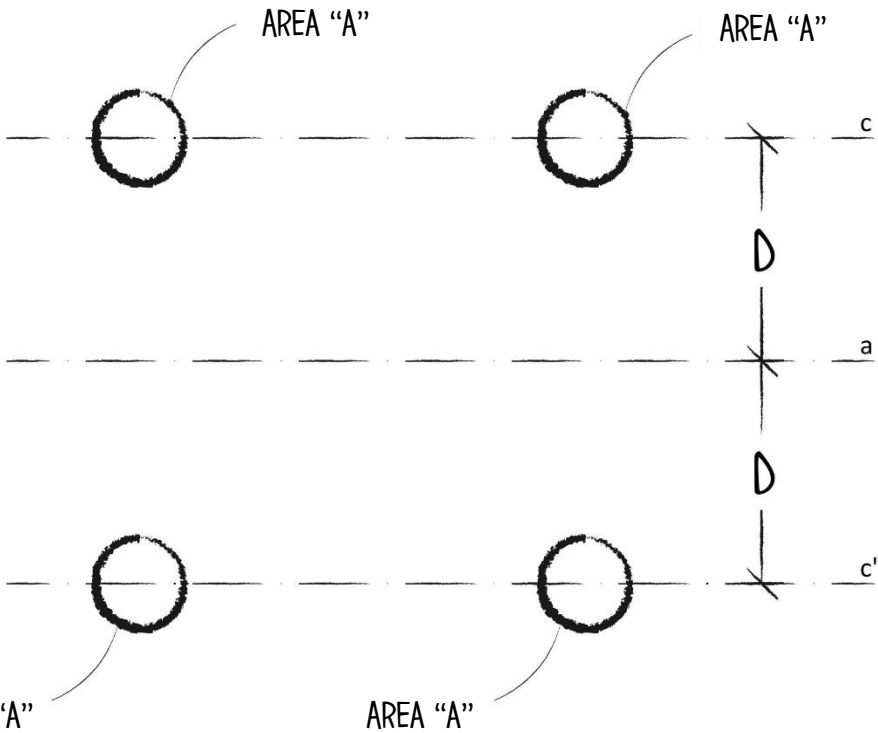
IL MOMENTO DI INERZIA DEI PROFILI COMPOSTI SI CALCOLA ATTRAVERSO IL TEOREMA DI HUYGENS-STEINER, PER IL QUALE IL MOMENTO D'INERZIA RISPETTO AD UN ASSE a , PARALLELO AD UN ALTRO ASSE c , PASSANTE PER IL CENTRO DI AREA, SI OTTIENE SOMMANDO AL MOMENTO DI INERZIA INIZIALE RISPETTO A c IL PRODOTTO TRA LA AREA DEL CORPO STESSO E IL QUADRATO DELLA DISTANZA TRA GLI ASSI c ED a .

IN GENERE IL MOMENTO DI INERZIA DEI PROFILI COMPOSTI È MOLTO GRANDE PERCHÉ PREVALE IL CONTRIBUTO DEL TRASPORTO CHE OVVIAMENTE È TANTO PIÙ GRANDE QUANTO PIÙ GRANDE È LA DISTANZA TRA I PROFILI ACCOPPIATI.



$$I_c = \frac{B \cdot H^3}{12}$$

$$I_a = I_c + A \cdot D^2$$



$$I_a = 4I_c + 4(A \cdot D^2)$$

CITIGROUP | HUGH STUBBINS



TRAVATURA SUPERIORE

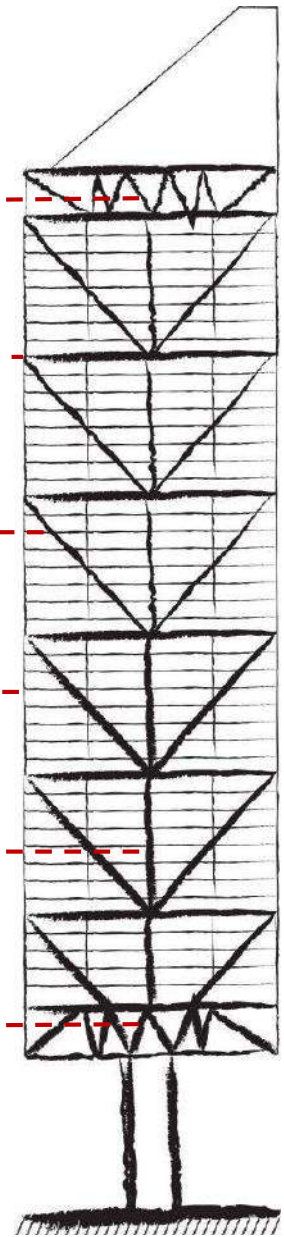
SOLAIO RIGIDO

PUNTONI DIAGONALI

TIRANTI

PILASTRO CENTRALE

TRAVATURA INFERIORE

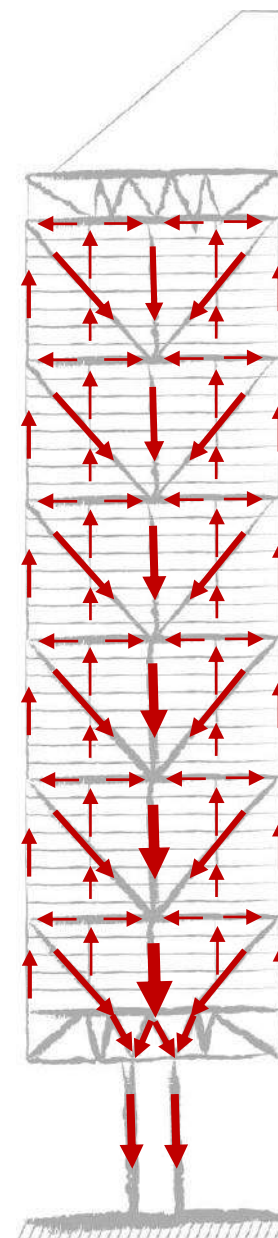


IL CITIGROUP STUPISCE L'OSSERVATORE PER IL SUO PIANO BASAMENTALE CON GLI ANGOLI A TERRA COMPLETAMENTE SVUOTATI. INFATTI L'EDIFICIO, UNO DEI PIÙ ALTI GRATTACIELI DI NEW YORK, PRESENTA DEI GRANDI AGGETTI PER LA PREESISTENZA DI UNA CHIESA SULL'AREA DI PROGETTO.

LA PROGETTAZIONE DI QUESTI AGGETTI SI È RIVELATA IMPEGNATIVA PERCHÉ SU DI ESSI GRAVA UN CARICO ELEVATO DOVUTO ALLA QUANTITÀ DI PIANI SOVRASTANTI. NONOSTANTE CIÒ L'EQUILIBRIO NEI CONFRONTI DEI CARICHI VERTICALI È GARANTITO GRAZIE AL RUOLO STRATEGICO DI ALCUNI SOLAI PIÙ RIGIDI, DEI PUNTONI DIAGONALI E DEI TIRANTI CHE PERMETTONO DI CONVOGLIARE I CARICHI VERSO IL PILASTRO CENTRALE, CHE A SUA VOLTA LI SCARICHERÀ ALLE FONDAZIONI.

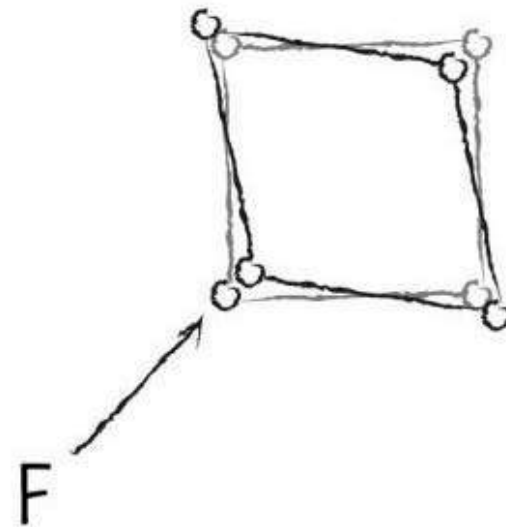
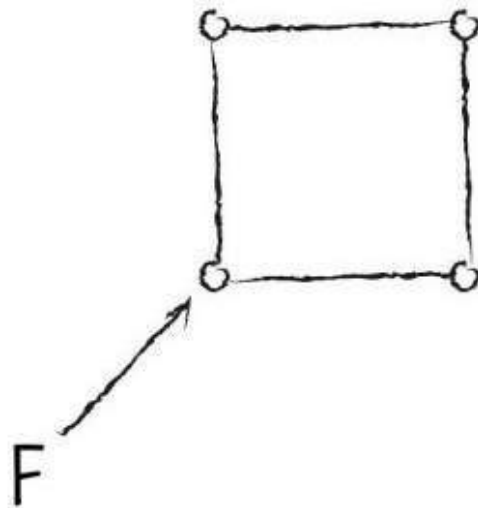
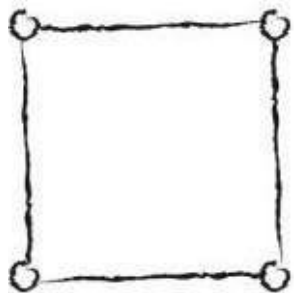
I SOLAI PIÙ RIGIDI SONO APPOGGIATI AD UN PILASTRO CENTRALI ED A DUE PUNTONI INCLINATI CHE TRASFERISCONO I CARICHI VERSO IL BASSO; I SOLAI INTERMEDI SONO APPESI CON DEI TIRANTI AI SOLAI RIGIDI.

INFINE I CARICHI SARANNO INDIRIZZATI VERSO IL PILASTRONE CENTRALE CHE LI SCARICHERÀ A TERRA



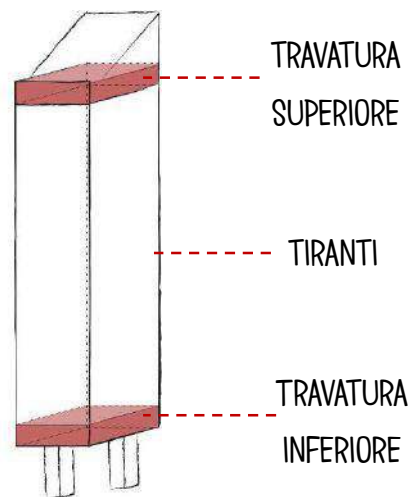
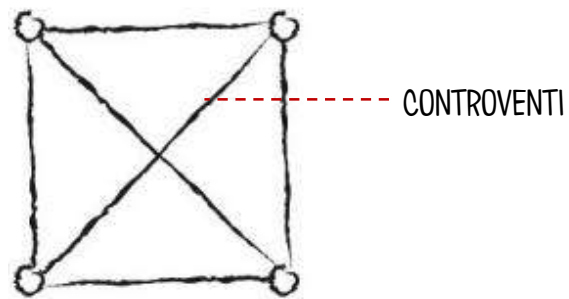
LA STRUTTURA RIGIDA DI QUEST'EDIFICIO SI BASA SU QUATTRO TELAI PIANI CHE VIVONO SULLE SUPERFICI LATERALI DEL VOLUME PRISMATICO. PER CREARE UN INSIEME RIGIDO È IMPORTANTE CAPIRE CHE IL COLLEGAMENTO DI QUESTE STRUTTURE SUGLI SPIGOLI GIOCA UN RUOLO FONDAMENTALE.

SE VOLESSIMO SCHEMATIZZARE L'EDIFICIO IN PIANTA, ESSO APPARIREBBE COME STRUTTURA LABILE PERTANTO PER ELIMINARE LA LABILITÀ È STATO NECESSARIO COLLEGARE QUESTE QUATTRO FACCE DELLA SUPERFICIE LATERALE CON DUE SUPERFICI RIGIDE, UNA SUPERIORE ED UNA INFERIORE, COME SE FOSSERO DEI «COPERCHI» CHE GARANTISCONO IL COMPORTAMENTO SCATOLARE D'ASSIEME. INOLTRE NON SI ESCLUDE CHE I SOLAI RIGIDI INTERMEDI SIANO STATI ULTERIORMENTE CONTROVENTATI IN PIANTA.

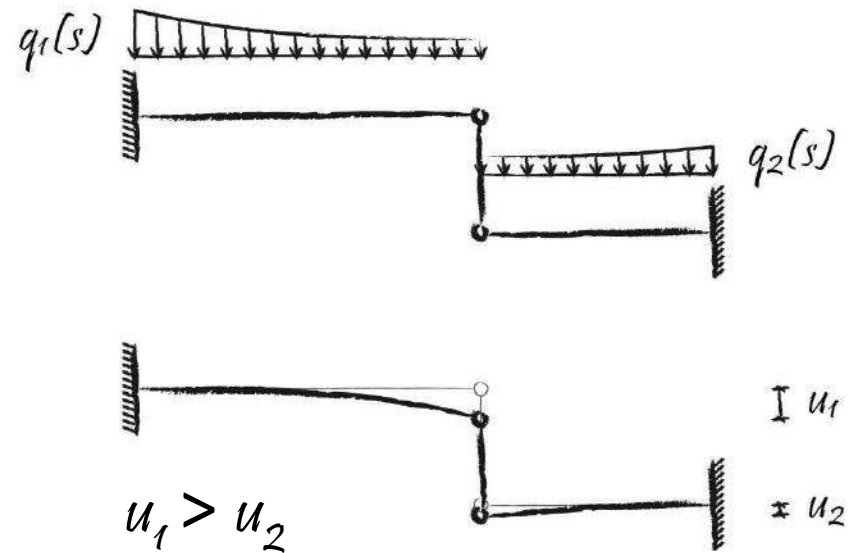
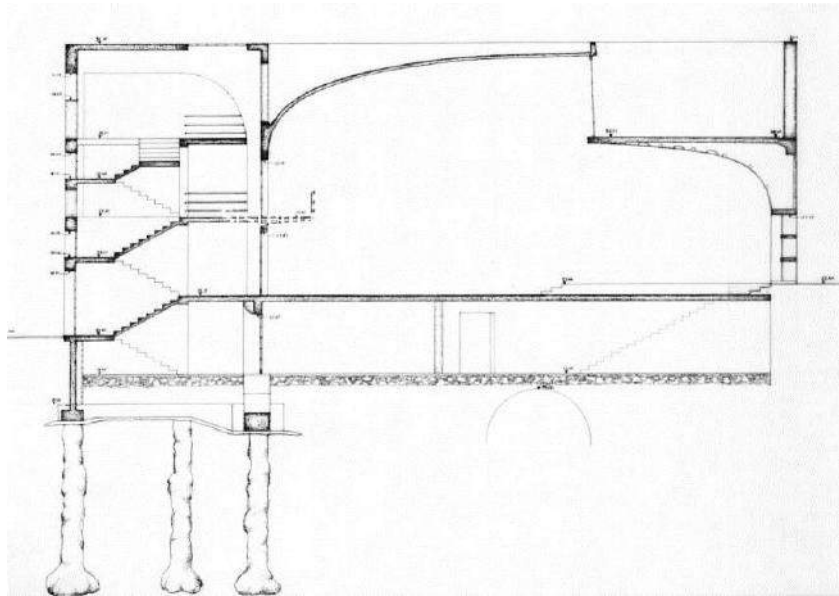
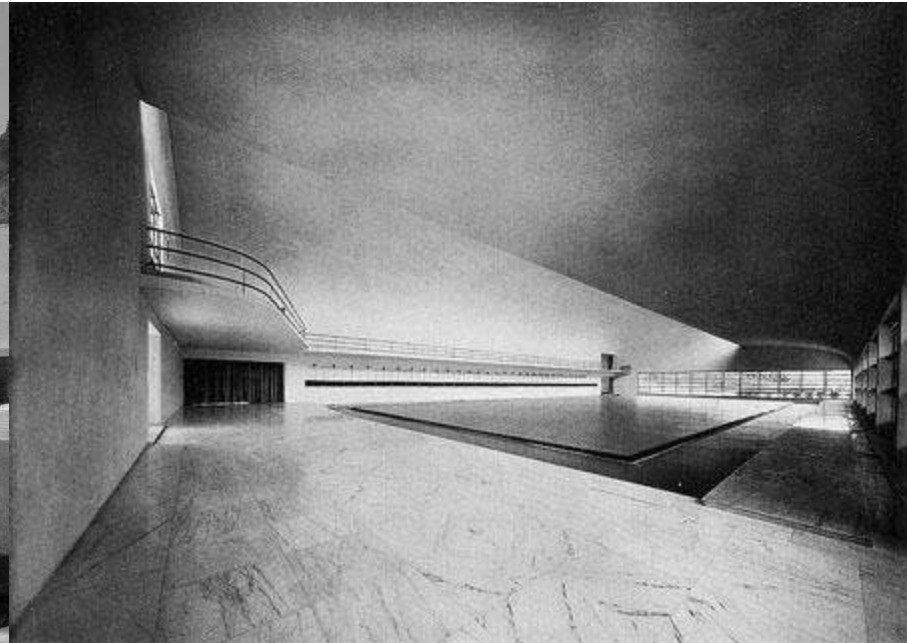


IRRIDIMENTO
IN PIANTA

IRRIDIMENTO SCATOLARE
DELL'INTERO EDIFICIO



CASA DELLE ARMI | LUIGI MORETTI

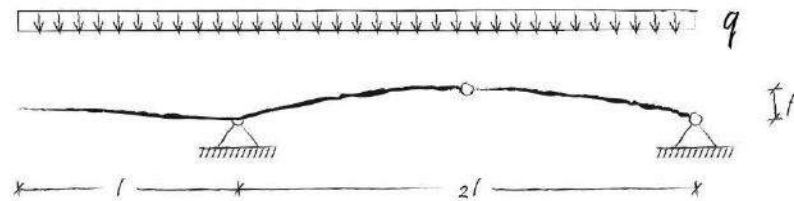


LA CASA DELLE ARMI ERA STATA PROGETTATA PER OSPITARE L'ACCADEMIA DI SCHERMA; QUESTO DETERMINAVA LA NECESSITÀ DI AVERE AMPI SPAZI ILLUMINATI DA LUCE DIFFUSA E SENZA OSTACOLI STRUTTURALI. IL TUTTO È STATO OTTENUTO CON L'USO DI DUE MENSOLE A SEZIONE VARIABILE, COLLEGATE TRA LORO DA UNA LASTRA DI VETRO.

DALLA SEZIONE SI POSSONO DEDURRE DUE IMPORTANTI SCELTE PROGETTUALI:

- ALLA MENSOLA PIÙ LUNGA CORRISPONDE UNA SOLLECITAZIONE MAGGIORE NEL PUNTO D'INCASTRO, ASSORBITA DAL CORPO SCALE ADIACENTE.
- LA LASTRA DI VETRO NON PUÒ RESISTERE A SOLLECITAZIONI DI TRAZIONE, MA SOLO A COMPRESSIONE. QUINDI PER QUESTO LA MENSOLA PIÙ LUNGA È POSTA PIÙ IN ALTO IN MODO TALE CHE AVRÀ UN ABBASSAMENTO MAGGIORE RISPETTO ALLA MENSOLA PIÙ CORTA, DETERMINANDO LA CONTRAZIONE DELLA LASTRA DI VETRO.

STAZIONE TERMINI | A. VITELLOZZI, A. PINTORELLO, V. FADIGATI, M. CASTELLAZZI, L. CALINI, E. MONTUORI

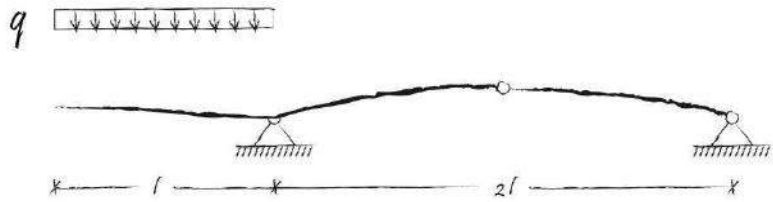
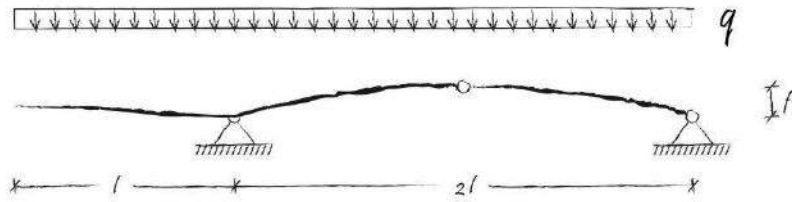


LA PENSILINA DELLA STAZIONE TERMINI È UNA COPERTURA AD ARCO, SPINGENTE, CON UN GRANDE OGGETTO, CHE POGGIA SOLO SU DEGLI ESILI PILASTRINI DI ACCIAIO.

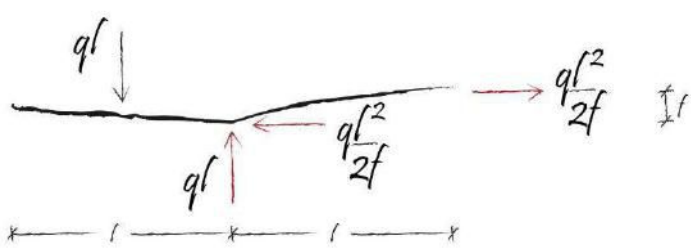
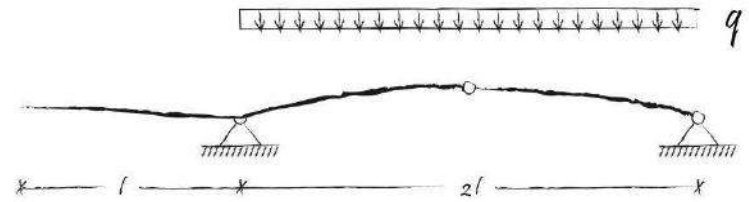
DOVE È LA SPINTA DELL'ARCO??

POSSIAMO SCHEMATIZZARE LA PENSILINA COME SE FOSSE UN ARCO A TRE CERNIERE CON UNA MENSOLA.

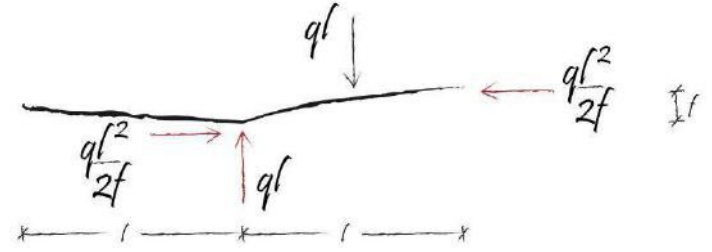
SI TRATTA DI DUE CORPI COLLEGATI DA UNA CERNIERA INTERNA E (PER SEMPLICITÀ) IMMAGINIAMO SIANO SOGGETTI AD UN CARICO COSTANTE Q . TROVANDO LE REAZIONI VINCOLARI DOVUTE AL CARICO GRAVANTE SULLA MENSOLA E QUELLE DOVUTE AL CARICO GRAVANTE SULL'ARCO SI SCOPRE DOVE FINISCE LA SPINTA DELL'ARCO!



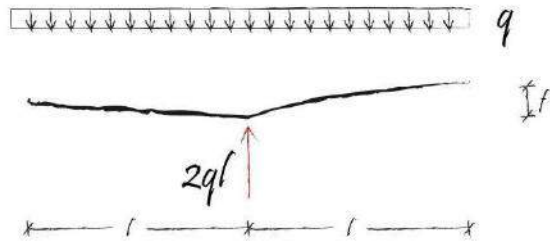
+



+



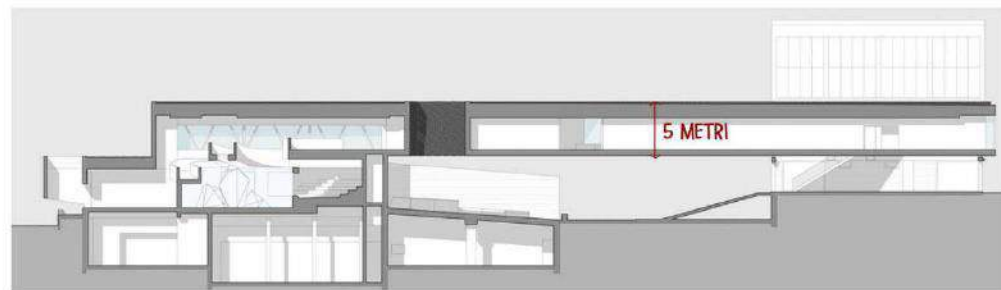
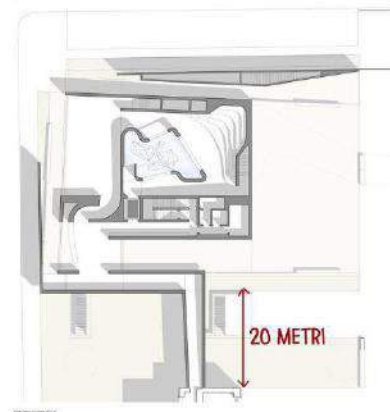
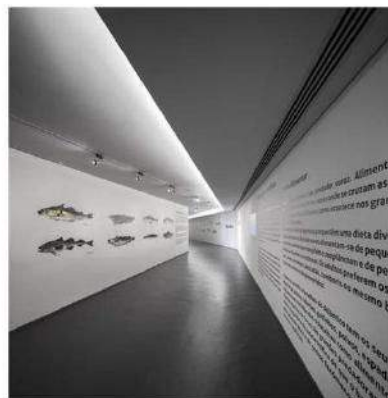
=



ILHAVO MARITIME MUSEUM

ARX PORTUGAL ARQUITECTOS

ILHAVO, ALVEIRO, PORTUGAL - 1999-2002



QUESTO PARTICOLARE ESEMPIO DI EDIFICIO A PONTE PUÒ ESSERE RICONDOTTO A UNA TRAVE DOPPIAMENTE APPOGGIATA LA CUI LUCE È MOLTO AMPIA, NE CONSEGUO UN MOMENTO FLETTENTE ELEVATO. PER RESISTERE A TALI SOLLECITAZIONI L'EDIFICIO È STATO PROGETTATO CON UNA STRUTTURA SCATOLARE A TUTT'ALTEZZA IN MODO TALE CHE IL BRACCIO TRA LE FORZE REAGENTI RIESCA A SOPPERIRE A TALI SFORZI.

