Luca Di Ruggiero



La spada e lo scudo

L'evoluzione dei sistemi fortificati in Francia e Germania nel secondo Ottocento in relazione ai progressi dell'artiglieria

Politecnico di Torino
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio
A.A. 2025/2026

Politecnico di Torino
Dipartimento di Architettura e Design
Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il Patrimonio

Tesi di Laurea Magistrale
A.A. 2025-2026

Relatore:
prof. Cesare Tocci

Candidato:
Luca Di Ruggiero

In copertina: osservatorio corazzato per la torretta Galopin modèle 1907, Fort de Douaumont

I miei ringraziamenti vanno innanzitutto ai miei genitori, per avermi assistito nei sopralluoghi - al freddo - e nelle visite in archivio.

A Joseph Silesi, per avermi permesso di accedere a Fort Manstein e aver messo a disposizione materiale originale altrimenti inaccessibile.

A Eric Duval, per avermi gentilmente inviato le scansioni degli introvabili volumi di Fontbonné e Dropsy.

Ad Antoine Dherbécourt, alla strana coincidenza e alla tesi di Henry Zayer.

A Sylvia Rose, per essersi pazientemente sorbita le mie continue mail in attesa dei documenti scansionati.

Ad Anton Frank, per l'aiuto nella ricerca negli archivi di Friburgo.

A Stefano Codiroli, per avermi tempestivamente scansionato il volume di Rudi Rolf.

A Rosa, ago della bilancia nelle questioni grafiche.

E infine a Emily, per avermi sopportato nei ciclici momenti di sconforto in cui mi sembrava di non star andando da nessuna parte.

Abstract

Il periodo compreso tra la metà dell'Ottocento e lo scoppio della Grande Guerra vide una crescita esponenziale della capacità distruttiva delle armi da fuoco: l'evoluzione dell'artiglieria avvenne con una rapidità tale da rendere obsoleti, nel giro di pochi anni, secoli di ingegneria militare. Questa tesi esplora la crisi delle fortificazioni tradizionali e la risposta degli ingegneri dell'epoca che, spesso impossibilitati a sviluppare un nuovo sistema ad hoc, ricorsero a soluzioni "di emergenza" da applicare a opere già costruite nei decenni precedenti. Attraverso un'analisi comparativa della scuola francese e tedesca, e con il contributo imprescindibile dei teorici belgi, si è ricostruito il passaggio dal sistema bastionato a quello poligonale e il suo adattamento a seguito della crisi della granata-torpedine negli anni Ottanta. Sebbene le teorie riguardo a questo sistema trattassero anche le cinte continue, l'attenzione è stata posta sui forti distaccati dei campi trincerati, nei quali furono messe in atto estensivamente le trasformazioni di emergenza a partire dal 1885. L'argomento è stato toccato dalla letteratura contemporanea, ma il taglio tecnico richiesto dalla tesi, incentrata sull'aspetto costruttivo e materico più che su quello puramente storico, ha richiesto in prevalenza la consultazione dell'immensa letteratura prodotta all'epoca dagli ingegneri militari, coadiuvata da manuali di fortificazione, specialmente francesi, e fonti archivistiche, in particolare le direttive emanate dal Corpo degli Ingegneri tedesco. Sono stati infine trattati due casi studio che rappresentassero in maniera esemplare sia i caratteri dei forti poligonali che gli adeguamenti messi in atto per mantenerli efficaci a fronte dei miglioramenti dell'artiglieria: Fort de Douaumont, a Verdun, e Fort Manstein, a Metz. Lo studio di Fort de Douaumont si è potuto avvalere della ricca letteratura al riguardo, trattandosi di uno dei più celebri, insieme a Fort de Vaux, per il ruolo assunto nella battaglia di Verdun, oltre alle fonti, specialmente scritte, conservate presso gli archivi della Difesa a Parigi. Nel caso di Fort Manstein, sul quale non sembra siano mai state scritte che poche pagine di carattere generale, ci si è dovuti avvalere quasi esclusivamente di tavole progettuali e rilievi storici, poiché le fonti scritte sono andate verosimilmente perdute durante il bombardamento degli archivi di Potsdam nel '45.

The period spanning from the mid-nineteenth century to the outbreak of the Great War saw an exponential growth in the destructive capacity of firearms: the evolution of artillery proceeded at such a pace as to render centuries of military engineering obsolete within the span of a few years. This thesis explores the crisis of traditional fortifications and the response devised by engineers of the period who, often unable to develop a new system from scratch, resorted to "emergency" solutions applied to works already built in the previous decades. Through a comparative analysis of the French and German schools, and with the contribution of Belgian theorists, the study reconstructs the transition from the bastioned system to the polygonal trace and its subsequent adaptation following the crisis of the torpedo shell in the 1880s. Although contemporary theories also addressed continuous enceintes, the focus of this work has been placed on the detached forts of entrenched camps, in which the emergency transformations were extensively implemented from 1885 onward. The subject has been addressed by contemporary authors, but the technical approach required by this thesis, centred on constructive and material aspects rather than purely historical ones, has called primarily for the consultation of the vast body of literature produced at the time by military engineers, supplemented by fortification manuals, particularly French ones, and archival sources, notably the directives issued by the German Engineers Corp. Finally, two case studies were examined as exemplary of both the character of polygonal forts and the adjustments implemented to keep them effective in the face of artillery improvements: Fort de Douaumont, at Verdun, and Fort Manstein, at Metz. The study of Fort de Douaumont was able to draw on the substantial body of literature devoted to it, being one of the most well known forts, alongside Fort de Vaux, for its role in the battle of Verdun, as well as on sources, particularly written ones, held at the Defence archives in Paris. In the case of Fort Manstein, on which only a few pages of a general nature appear to have ever been written, it was necessary to rely almost exclusively on design drawings and historical surveys, since the written sources were likely lost during the bombing of the Potsdam archives in 1945

Indice

Introduzione **1**

I. Sintesi dell'evoluzione del sistema bastionato **5**

II. Trecento anni di esperienza: le critiche mosse ai sistemi di Vauban **19**
II.I. Marc René de Montalambert 19
II.II. Lazare Carnot e la fortificazione nell'età napoleonica degli eserciti di leva e della guerra di manovra 31

III. Il primo periodo della fortificazione permanente contemporanea **39**
III.I. L'immobilismo in Francia del primo Ottocento 39
III.I.I. Le nuove fortificazioni di Parigi *41*
III.I.II. I forti di Lione *42*
III.II. Teorie francesi, pratica prussiana: l'attuazione della fortificazione perpendicolare sui nuovi confini tedeschi dopo il 1815 43

IV. Il secondo periodo della fortificazione permanente contemporanea **71**
IV.I. L'avvento dell'artiglieria rigata e delle granate scoppianti 71
IV.II. Lezioni pratiche tra metà Ottocento e la guerra franco-prussiana 72
IV.III. Il sistema Séré de Rivières in Francia 74
IV.IV. Evoluzione del sistema poligonale tedesco 79

V. Il terzo periodo della fortificazione permanente contemporanea **95**
V.I. La crisi della granata torpedine 95
V.II. I nuovi materiali al servizio della fortificazione 100

V.II.I. Le corazzature metalliche 100
V.II.II. Il calcestruzzo 109
V.II.II.I. La composizione del calcestruzzo 110
V.II.II.II. Il calcestruzzo armato in Francia 113
V.III. I nuovi organi delle fortificazioni tedesche e francesi 123
V.III.I. Apparati corazzati prima del 1885 125
V.III.II. Apparati corazzati dopo il 1885 131
V.IV. Nuove teorie sulla fortificazione del futuro 191

VI. Casi studio 217
VI.I. I campi trincerati di Metz e Verdun nel contesto strategico di fine Ottocento 217
VI.II. Il Feste ante litteram: Fort Manstein e il Feste Prinz Friedrich Karl 225
VI.III. Il gigante dai piedi d'argilla: Fort de Douaumont 291

VII. Epilogo 333

VIII.Conclusioni 335

Glossario 339

Bibliografia 343

“

[...] a ogni principe sono utilissime le fortezze in quella città, poiché né el popolo né gli inimici particulari, vedendo el principe sicuro nella fortezza sua, non possono per ogni leggiere occasione fare movimento [...]

Francesco Guicciardini

”

Introduzione

L'obiettivo della ricerca è stato quello di definire, in generale, il dibattito teorico e i progressi della tecnologia bellica che portarono le fortificazioni ottocentesche ad assumere configurazioni così diverse da quelle dei secoli precedenti e, in particolare, lo sviluppo dei singoli elementi dei forti, il loro funzionamento - nel caso impianti complessi come le torrette corazzate - i materiali impiegati, le motivazioni dietro la loro scelta e come questi abbiano risposto alle esigenze difensive dell'epoca. Sono state dunque ripercorse le tappe che dal sistema bastionato sfociarono in quello poligonale e la sua successiva evoluzione. A questo fine, si è ritenuto opportuno recuperare, con qualche modifica, la scansione temporale adottata da Mariano Borgatti in *La fortificazione permanente contemporanea*, facendo corrispondere a ciascuna fase gli sviluppi tecnologici o eventi bellici che portarono le fortificazioni a mutare significativamente rispetto alla fase precedente. Per questo motivo si è deciso di considerare come *Primo periodo della fortificazione contemporanea* l'arco temporale compreso tra la fine delle guerre napoleoniche nel 1815 e la guerra franco-prussiana del 1870, quel periodo che vide le prime sperimentazioni *vergini* del sistema poligonale in Germania prima che l'impiego sul campo dell'artiglieria rigata negli assedi del 1870 portasse all'abbandono della traccia bastionata in Francia e alla modifica sostanziale di quella poligonale tedesca - arco che invece è considerato, nell'opera del Borgatti, il *secondo periodo della fortificazione moderna.* Ne consegue che i periodi successivi sono sfasati rispetto a quelli identificati dal Borgatti -. Il *Secondo periodo* è stato definito come quello compreso tra le lezioni pratiche della guerra franco-prussiana e la crisi della granata torpedine del 1885, per via della stretta convergenza che le opere francesi e tedesche raggiunsero in questi anni, in relazione a principi ed esperienze comuni. Infine, il *Terzo periodo* è stato individuato negli anni tra la crisi della granata torpedine e la Grande Guerra, per via dell'impatto straordinario che l'introduzione di queste granate ebbe sull'ingegneria militare europea e in particolare su tutte le soluzioni che furono messe in opera per adattare i forti degli anni Settanta. Lo studio relativo a questo periodo si è concentrato, necessariamente, su questioni più dettaglio che non di impianto: la trasformazione degli organi di fiancheggiamento, gli esperimenti e la scelta di dosaggi di calcestruzzo adatti a scopi difensivi e come questi siano stati radicalmente diversi a seconda dei paesi e, soprattutto, le movimentate vicende che interessarono la questione delle corazzature metalliche. Poiché, tuttavia, la crisi della granata-torpedine innescò anche il dibattito che avrebbe portato al superamento definitivo delle grandi fortificazioni campali dopo la Grande Guerra, si è ritenuto opportuno trattare brevemente alcune tra le principali proposte teoriche avanzate tra gli ultimi anni dell'Ottocento e i primi del Novecento, soprattutto in ambito francese e tedesco.

Poiché la letteratura contemporanea sembra essersi occupata del tema con decisamente meno interesse rispetto a quello riservato ad altri periodi storici, e poiché si è rilevato un notevole squilibrio tra le letterature francesi e tedesche relative alle proprie fortificazioni nazionali, le fonti che sono state consultate per la stesura di questa tesi sono state in prevalenza manuali, trattati, rapporti, articoli di riviste e pamphlet scritti dai prolifici ingegneri militari del periodo, che naturalmente si occuparono di tutte le questioni con grande interesse. In particolare sono risultati indispensabili gli scritti di Henri Alexis Brialmont, il generale e ingegnere belga che scrisse instancabilmente dagli anni Quaranta dell'Ottocento quasi fino alla morte nel 1903 e le cui opinioni godevano di grande rispetto negli ambienti del Genio di tutta Europa.

Se oggi è possibile consultare un volume impressionante di testi insegnati presso le scuole militari francesi, che hanno rappresentato una delle risorse più preziose per comprenderne le fortificazioni tra gli anni Settanta e la fine dell'Ottocento, il quadro è decisamente meno roseo per quanto riguarda quelle tedesche, per le quali si è fatto affidamento a quanto riportato nella letteratura estera coeva o da testi storiografici tedeschi del periodo sul tema della fortificazione. Sono invece disponibili presso gli archivi di Friburgo utili documenti con le prescrizioni del Corpo degli Ingegneri per i rinforzi posteriori al 1885, che si sono rivelati estremamente importanti poiché le informazioni contenute non sembrano essere riportate dalla letteratura contemporanea e hanno fornito un utile paragone con le controparti francesi, estensivamente trattate nel volume di Truttmann *La barrière de fer* e in altre opere in lingua francese.

Per illustrare concretamente quanto trattato, si è ritenuto infine fondamentale selezionare due casi studio, uno tedesco e uno francese, che rappresentassero in modo emblematico un forte del 1870 adattato in seguito alla crisi della granata torpedine. Per ottimizzare i tempi legati al sopralluogo, sono stati selezionati Fort de Douaumont, originariamente ritenuto il più inespugnabile del campo trincerato di Verdun, e Fort Manstein, parte dell'anello interno del campo trincerato di Metz e sperone occidentale del Feste Friedrich Karl, un precursore delle fortificazioni diffuse tedesche nonché recante, sul versante orientale, un forte bastionato francese degli anni Sessanta, ascrivibile dunque a quello che è stato definito *Primo periodo.*

Mentre Fort de Douaumont è stato già oggetto di una vasta produzione letteraria nel quadro della battaglia di Verdun, alla quale è stato possibile aggiungere informazioni dal taglio tecnico-costruttivo richiesto da questa tesi, la storia di Fort Manstein si è presentata quasi come un foglio bianco, riportata in un paio di pagine al più nei pochi testi dedicati al campo trincerato di Metz, e la storia generale del Mont Saint Quentin è stata trattata in una tesi di laurea del 1970 di Henry Zayer. Attraverso lo studio dei pochi elaborati progettuali d'archivio sopravvissuti ai bombardamenti sulla Germania nella Seconda Guerra Mondiale, coadiuvati da rapporti e schizzi prodotti dai servizi informativi francesi e dalle prescrizioni generali del Genio tedesco, oltre a quanto è stato possibile osservare sul campo, è stato possibile fornire una descrizione completa, seppur necessariamente speculatoria laddove le parti descritte non fossero visibili, della configurazione originale del forte, del Feste e delle trasformazioni a cui entrambi andarono incontro dopo il 1885.

Tra la fine del XIV e il XV secolo la diffusione dell'artiglieria d'assedio impose una radicale trasformazione dell'architettura militare: alle alte torri medievali si sostituirono i bastioni, più bassi, in grado di eliminare gli angoli ciechi delle torri circolari. Le mura in pietra cedettero il passo a terrapieni rivestiti in muratura e il fossato andò a circondarsi progressivamente di un sistema di opere accessorie - spalto, strada coperta, rivellini, mezzelune, controguardie - per allontanare l'artiglieria d'assedio dalle cortine. Francesco di Giorgio Martini contribuì a questa fase con l'ideazione di bastioni ogivali e caponiere, Tartaglia e Cattaneo perfezionarono rispettivamente la strada coperta e le piazze d'armi. Le teorie italiane trovarono terreno fertile nei Paesi Bassi: la cittadella di Anversa, progettata da Paciotto nel 1567 con impianto pentagonale e a punta di freccia con falsebraghe, venne studiata e presa a modello da Daniel Speckle, che vi aggiunse la strada coperta tenagliata e bastioni distaccati. Con l'affermarsi dell'assolutismo, e in particolare della Francia di Luigi XIV, la fortificazione divenne un affare di Stato e solo gli stati potevano permettersi le ingenti somme necessarie per erigere piazzeforti. Fu in questo contesto che emerse la figura di Vauban, che alla sapiente direzione degli assedi affiancò una brillante capacità di progettazione di architetture fortificate, che portò i successori a identificare tre sistemi difensivi progressivamente più articolati, fondati su moduli geometrici fissi e su un uso crescente di opere esterne, culminati nella fortezza di Neuf-Brisach. Parallelamente, il barone van Coehoorn, olandese, elaborò per peculiare terreno dei Paesi Bassi alcune tipologie bastionate alternative, incentrate sull'impiego di fossati allagati e fossati secchi a livello dell'acqua. Quando Vauban morì, nel 1707, il l'ago della bilancia pendeva decisamente a favore della difesa e la sua autorità, mai realmente messa in discussione, avrebbe condizionato la scuola francese fino al 1870, lasciando ai successori il compito di elaborare nuove soluzioni difensive capaci di contrastare i metodi offensivi da lui sviluppati.

I. Sintesi dell'evoluzione del sistema bastionato

Tra la fine del XIV e il XV secolo, nel corso delle guerre d'Italia, si assistette alla genesi di un sistema fortificato concepito per far fronte ai più recenti sviluppi nel campo dell'artiglieria. Negli eserciti del periodo la variabilità dei pezzi d'artiglieria era piuttosto limitata e contava quasi esclusivamente cannoni, possibilmente in bronzo e quindi leggeri, in grado di sparare palle in ferro e montati su un affusto ruotato che consentiva ampia mobilità, oltre che grande stabilità e facilità nel puntamento del cannone. Potrebbero sembrare delle banalità, rispondendo in effetti a un immaginario di cannone che rimarrà pressoché inalterato per secoli, ma segnarono una rivoluzione rispetto ai rustici proto-cannoni del periodo antecedente, spesso montati su goffi telai in legno e capaci di sparare palle di pietra. Alla fine del XV secolo, poi, fecero la loro comparsa i mortai e la guerra di mina: i primi erano pezzi d'artiglieria corti destinati al tiro curvo per superare ostacoli e mura, reso efficace dal perfezionamento delle bombe, le munizioni esplosive, dal momento che in precedenza le palle si limitavano a conficcarsi nel terreno senza creare particolari danni; la seconda consisteva nello scavo sistematico di gallerie sotto alle opere di fortificazione da assediare, da riempire di polvere da sparo[1]. La guerra sotterranea era parte integrante degli assedi da almeno tremila anni: nel secondo millennio avanti Cristo, in Mesopotamia era venne sviluppato un metodo per far abbattere le mura scavandovi dei cunicoli al di sotto, per poi incendiare le travi di supporto al fine di far collassare sia il tunnel che la cinta sovrastante[2]. L'impiego della polvere nera per asservire allo stesso scopo fornì una capacità distruttiva fino ad allora mai vista. Naturalmente lo stesso metodo poteva essere impiegato dagli assediati per colpire le postazioni degli assedianti. Il rinnovato interesse nelle arti e nelle scienze che caratterizzò il Rinascimento trasformò l'architettura militare in una questione scientifica, affrontata in appositi manuali e trattati. I primi adattamenti introdotti in Italia furono l'abbassamento delle cortine murarie e la sostituzione delle alte torri medievali con bastioni: più bassi, permettevano di disporre in batteria numerosi cannoni e di eliminare gli angoli ciechi, inevitabili in una torre circolare. Nati come basse torri quadrangolari, con un solo angolo rivolto verso l'esterno, il *saliente*, il loro orientamento consentiva alle batterie di colpire con il cosiddetto *tiro di infilata* - in direzione parallela alla formazione avversaria - gli assedianti ai piedi della cortina muraria. All'inizio, tuttavia, i bastioni erano piccoli e le cortine lunghe, rendendo difficile il fiancheggiamento reciproco dei bastioni[3]. Nel *Trattato dell'Architettura Civile e Militare* del 1480, Francesco di Giorgio Martini presentò una curiosa combinazione della torre e del bastione, una soluzione assolutamente transitoria in cui i bastione assumeva una forma ogivale per deflettere i colpi in arrivo (***fig. I.2***). Sempre a lui può essere attribuita l'invenzione della *caponiera*, allora un semplice camminamento coperto che si estendeva nel fossato e terminava in una piccola torre (***fig. I.3***), dotato di feritoie per consentirne il fiancheggiamento[4]. Le mura si trasformarono in bassi terrapieni, che discendevano verso l'interno della piazza con un semplice pendio e presentavano sulla faccia esterna uno spesso rivestimento in pietra o muratura. Sul terrapieno, protetti da un parapetto in terra, trovavano posto le batterie del ramparo e i fucilieri. Poiché la minore altezza implicava anche un dominio ridotto sul terreno circostante, vi era un limite pratico nell'altezza della cortina che non poteva essere superato. Per celarla alla vista e per proteggerla dal fuoco diretto, uno spalto era disposto all'esterno del fossato, realizzato con la terra derivante dallo scavo del fossato. L'inclinazione dello spalto era determinata dalla depressione che i cannoni sul terrapieno potevano raggiungere, per eliminare angoli ciechi. Un camminamento era di norma disposto intorno al perimetro del fossato, in modo che una pattuglia potesse periodicamente controllare che non ci fossero brecce nel fossato. Per sviluppare più efficacemente la difesa in profondità, il sentiero di ronda esterno prese gradualmente la forma di una *strada coperta* - alla vista -, con un basso muro che contemporaneamente contenesse la terra dello spalto e permettesse a una fila di fucilieri di stare in piedi in modo sicuro, soluzione attribuita al Tartaglia e che si riscontra in modo consistente a partire dal 1540[5]. Girolamo Cattaneo, poi, integrò la strada coperta con l'introduzione di *piazze d'armi,* un allargamento tale da consentire il raggruppamento della guarnigione in vista di una sortita[6]. Lo spalto, con la sua pendenza, doveva discendere fino a circa 3 m al di sotto del piano di campagna, così che un attaccante sarebbe improvvisamente caduto entro il raggio di tiro dei fucilieri senza possibilità di uscirne agevolmente. Per evitare che il continuo passaggio degli uomini nel camminamento coperto potesse far cedere il terreno nel fossato, era necessaria la costruzione di un muro di contenimento, detto controscarpa.

Uno dei primi metodi per la protezione delle mura fu quello dei due bastioni con torre a cavaliere: mentre i cannoni dei bastioni potevano battere l'area del fossato e dello spalto, quelli della torre potevano colpire d'infilata le facce del bastione opposto, o sul bastione stesso, rispetto al quale erano più alte, nel caso in cui questi fossero caduti. Per proteggere la cortina principale, dei bastioni distaccati, detti *mezzelune*, potevano esservi costruiti di fronte; se formavano uno schermo a copertura degli ingressi presero invece il nome di *rivellino*[7].

Codificate inizialmente in Italia, le

1 I. Hogg, *The history of fortification*, Saint Martin's Press Inc., New York, 1981, pp. 98-99
2 P. B. Kern, «Ancient and Medieval Sieges and Siegecraft » Research Starters, EBSCO Information Services, 2019
3 Q. Hughes, *Military Architecture*, Hugh Evelyn, Londra, 1974, p. 103
4 F. di Giorgio Martini, *Trattato di architettura civile e militare per cura del cavaliere Cesare Saluzzo, con dissertazioni e note per servire alla storia militare italiana, Atlante*, Tipografia Chirio e Mina, Torino, 1841, Tav. 28, 29, 33
5 Q. Hughes, p. 103
6 *Ivi*, p. 104
7 C. Duffy, *The fortress in the age of Vauban and Frederick the Great, 1660-1789*, Routledge & Kegan Paul, Abingdon, 1985, p. 1

teorie di architettura militare furono affinate nei Paesi Bassi, dove furono portate da Paciotto d'Urbino nel 1567, assoldato da Filippo II di Spagna per erigere una nuova fortezza a difesa di Anversa (***fig. I.5***) contro gli insorti calvinisti. La cittadella pose le base per gli sviluppi futuri: a pianta pentagonale, era protetta da cinque bastioni sporgenti la cui forma ricordava una punta di freccia, con il fianco arretrato e sviluppato su due livelli, di cui quello inferiore costituiva la cosiddetta *falsabraga* (***fig. I.6***). Al centro di ogni cortina, un muro di contenimento per il massiccio terrapieno, erano allestite due torri cavaliere e nel terrapieno stesso erano ricavati i depositi per una guarnigione di cinquemila uomini[8].

La cittadella di Anversa fu un punto di non ritorno e divenne oggetto di studio di ingegneri locali come Daniel Speckle. In *Architectura von Vestungen,* pubblicato nel 1589, rielaborò il modello di Paciotto migliorando la strada coperta, passando da un tracciato rettilineo a uno seghettato, poi definito *a tenaglia* (***fig. I.7***) per consentire tiro di infilata sullo spalto anche dagli archibugieri lì appostati. Ingrandì notevolmente i bastioni, spesso sviluppati su più livelli[9], e, per difendere le aree più esposte, propose posizionare i bastioni distaccati dal corpo principale, da cui erano separati dal fossato, intervallati da bastioni secondari connessi alla cortina. I bastioni erano ravvicinati, per massimizzare l'effetto dei moschetti sui parapetti: uno schema progettato a partire dalla portata dei cannoni implicava infatti una distanza tra i bastioni eccessiva per un moschetto. L'impiego massiccio di terra portò, come naturale conseguenza, a un aumento in profondità e larghezza del fossato. Nella scuola olandese non erano richieste grandi altezze delle mura per dominare sul basso terreno circostante e, per la realizzazione di spalti e altre opere di terra, data la difficoltà nello scavare in profondità, si ricorreva semplicemente a fossati più larghi. Il tiro dai rampari non aveva la stessa efficacia di quello che si poteva ottenere da un tiro ad altezza uomo, motivo per cui la falsabraga divenne un elemento ricorrente della prima scuola olandese[10].

Il nuovo sistema difensivo poté affermarsi anche grazie al rinnovamento dell'assetto politico europeo, fondato su stati nazionali e sulla burocratizzazione della vita pubblica, inclusa quella militare, inaugurato dall'assolutismo di Luigi XIV. La complessità delle operazioni belliche, l'armamento di una guarnigione di cannoni, armi da fuoco e munizioni richiedeva risorse che superavano quelli di cui un singolo individuo poteva disporre nel periodo feudale. La difesa del territorio diventò un affare di Stato, essendo la corona l'unica entità con sufficienti risorse da mettere in piedi un efficace sistema difensivo nell'era della guerra moderna[11]. Il regno di Luigi XIV fu accompagnato da decenni di guerre per estendere l'influenza francese nei domini spagnoli nei Paesi Bassi, di cui i grandi assedi furono elemento ricorrente, affinando le competenze dei maestri francesi, in particolare di Sébastien Le Prestre de Vauban, che condusse con successo il suo primo assedio contro la cittadella di Lille, ricostruendola con tracciato pentagonale. Conclusa la guerra nel 1668 e consolidate le conquiste francesi nei Paesi Bassi, Vauban poté cimentarsi nello sviluppo di piazzeforti nei nuovi domini, come testa di ponte per future operazioni nell'area. Fu proprio nella campagna del 1673 che mise in atto per la prima volta, nell'assedio di Maastricht, il sistematico scavo di trincee concentriche intorno alla fortezza, connesse da trincee di avvicendamento a zigzag, per condurre in sicurezza l'esercito assediante fin sotto le mura. Il sistema dei paralleli forniva agli assedianti posizioni sicure in cui allestire le proprie batterie, un punto di partenza per gli assalti e una linea difensiva contro le sortite. Pur nella sua semplicità, questo metodo si rivelò quasi impeccabile e consolidò la fama di Vauban non solo come straordinario ingegnere militare, ma soprattutto come infallibile condottiero di assedi[12]. Vent'anni più tardi, nell'assedio di Ath, mise a punto una tattica che permise di annientare i rampari della piazzaforte, peraltro da lui ammodernata dopo il 1667, in appena sei ore: disponendo le batterie d'assedio sui prolungamenti delle facce della fortezza, fu in grado di colpire d'infilata bastioni, rivellini e strada coperta, ordinando che i cannoni aprissero il fuoco con una carica ridotta, così che le palle potessero cadere sui rampari e rimbalzarvi per l'intera lunghezza (***fig. I.8***) [13].

Mai sconfitto negli oltre quaranta assedi che diresse, si occupò personalmente anche di costruire o perfezionare circa centosessanta fortificazioni in tutta la Francia[14], nelle quali i posteri identificarono tre sistemi distinti (***fig. I.9***). Il primo si discostava poco dai precedenti italiani e francesi e fu impiegato in quasi tutti i casi nel corso della sua vita: era fondato su un poligono con bastioni agli spigoli, più acuti di quelli italiani ma più ottusi di quelli olandesi, talvolta con i fianchi rettilinei e talvolta rientranti e protetti da un orecchione. La dimensione del *fronte*, ovvero la distanza tra i due angoli salienti dei bastioni, era fissata a 330 metri e tutte le altre dimensioni erano frazioni di questo modulo. Per fortificazioni più grandi o più piccole, si misurava il fronte e le altre misure erano calcolate in relazione ad esso. Le cortine erano schermate da una bassa *tenaglia*, un'opera esterna compresa tra due bastioni e la cui traccia seguiva il prolungamento delle loro facce. Una caponiera - ancora intesa come camminamento coperto nel fossato - univa la tenaglia al rivellino. Osservando come la caduta di un bastione portava solitamente alla caduta dell'intera fortezza, nel secondo sistema adottò bastioni distaccati dal corpo principale, isolati nel fossato e intervallati da tenaglie, costruendo all'intersezione delle cortine delle torri bastionate su due livelli, quello inferiore con casematte per artiglieria e quello superiore adibito a piattaforma per vegliare sia sul bastione

8 *Ivi*, pp. 113-114
9 Q. Hughes, p. 108
10 I. Hogg, p. 115
11 I. Hogg, p.109

12 C. Duffy, pp. 6-12
13 *Ivi*, p. 30
14 *Ivi*, p.71

distaccato che sul ramparo.

Al 1698 risale il terzo e ultimo sistema, sviluppato perfezionando il secondo e impiegato una sola volta, a Neuf-Brisach. La torre bastionata fu mantenuta, ma posizionata sul saliente di bastioni con fianchi molto corti, di fatto ottenuti arretrando la porzione centrale delle cortine. Per il resto, riprendeva gli stessi elementi del secondo sistema: bastioni distaccati separati da tenaglie e schermati a loro volta da mezzelune, e rivellini con ridotta casamattata protetti da *controguardie* - semplici parapetti in terra in posizione avanzata -. Nelle sue fortificazioni, Vauban ricorse spesso ad opere esterne a difesa dei rivellini, oltre alle controguardie, come opere a corno e coronamenti. Il primo era una posizione fortificata composta da un singolo fronte bastionato in mezzo ai quali si trovava il rivellino. Il coronamento era più grande, con due fronti e un rivellino al centro di ogni fronte[15].

Nonostante la sua instancabile attività sul campo, Vauban non lasciò alcuna indicazione sulla difesa delle piazzeforti e morì nel 1707 senza aver mai visto realizzato il suo desiderio di dirigere una piazza sotto assedio e di mettere in pratica un presunto metodo di difesa infallibile, di cui i suoi collaboratori avevano tanto sentito parlare, ma che portò con sé nella tomba. Alla sua morte, Vauban aveva in maniera inequivocabile portato l'ago della bilancia a favore dell'attacco, e consegnò ai suoi successori l'arduo compito di sviluppare una configurazione difensiva tale da resistere efficacemente al metodo dei paralleli. La sua fama fu tale da rendere la sua parola un dogma, a cui la scuola francese rimase aggrappata, rigettando ogni critica, fino al 1870.

Nelle campagne francesi nei Paesi Bassi, le imprese di Vauban si incrociarono spesso con quelle del suo più grande rivale, il barone Menno van Coehoorn, a Maastricht nel 1673 e a Namur nel 1692. In *Nieuwe Vestingbouw op een Natte of Lage Horison,* pubblicato nel 1685, pose le basi per la nuova scuola olandese, i cui principi erano appositamente studiati per il peculiare tipo di terreno basso e umido dei Paesi Bassi, ricorrendo ampiamente a fossati allagati (***fig. I.10***). Nel primo sistema, i bastioni presentano un proprio fossato secco davanti alle due facce, terminante in una controguardia in terra - troppo stretta per poter offrire una piattaforma per l'artiglieria assediante - unita al bastione da una caponiera a prova di bomba. I fianchi, riprendendo quelli di Paciotto, erano ampi e sviluppati su più livelli, protetti da orecchioni che formavano vere e proprie torri, con una batteria in casamatta fiancheggiante la falsabraga sul fianco. Il livello del fossato secco era quasi identico a quello dell'acqua, per cui un assediante che avesse tentato di scavarvi una trincea l'avrebbe immediatamente trovata allagata. Tra i bastioni era posizionata una mezzaluna staccata, con parapetto, falsabraga e fossato secco, come i bastioni principali. Alle estremità del fossato secco, delle gallerie con feritoie ne consentivano il fiancheggiamento. Ampie piazze d'armi avrebbero permesso alle truppe di raggrupparsi e contrattaccare. Gli altri due metodi seguivano gli stessi principi, ma non furono mai messi in pratica. Il secondo prevedeva una sorta di cinta continua all'interno del fossato, connettendo le mezzelune e difendendole con fianchi ricurvi analoghi a quelli dei bastioni, mentre il fossato secco a loro antistante viene prolungato fino a circondare interamente il nucleo centrale. Il terzo sistema, ancora più articolato, prevedeva di fatto tre linee bastionate, di cui le due esterne isolate nel fossato. La più esterna era sostanzialmente analoga all'anello di mezzelune del primo metodo, mentre quella intermedia era formata da veri bastioni, con massicci orecchioni e falsebraghe.

Secondo Coehoorn, i suoi metodi sarebbero stati notevolmente più economici di quelli francesi, dal momento che la costruzione dei muri sarebbe iniziata al livello del terreno e non dal fondo del fossato[16].

Il presente capitolo non è, naturalmente, esaustivo e si rimanda ai volumi di Hughes e Hogg, per il periodo della scuola italiana e olandese, e di Duffy per il periodo di Vauban. Tuttavia ripercorrere queste vicende è necessario per familiarizzare con la terminologia, che rimarrà la medesima per i secoli a venire, e per capire il contesto nel quale matureranno le teorie che tenteranno di ristabilire il primato della difesa sull'attacco o faranno il possibile per rimediare ai difetti del sistema difensivo di Vauban, senza però mai distaccarsi dalla parola del maestro.

15 I. Hogg, pp. 122-128; C. Duffy. pp. 81-84; Q. Hughes, pp. 127-129

16 I. Hogg, pp. 128-129; C. Duffy. pp. 62-71; Q. Hughes, pp. 134-138



Figura I.1 *// Fortezza di Firmafede con rivellino, Sarzana - Da Bimportale.com*



Figura I.2 *// Bastione ogivale, Sassocorvaro - Da Comune.sassocorvaroauditore.pu.it*

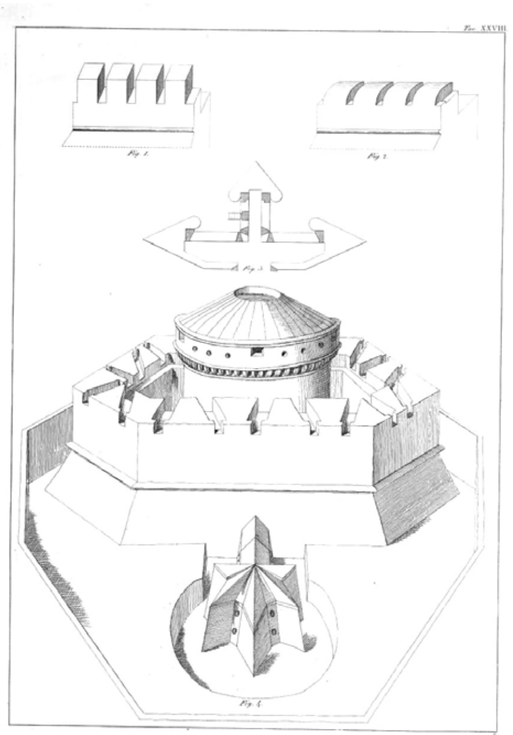


Figura I.3 *// Forte esagonale con caponiera di collegamento a torre stellata - Da Di Giorgio Martini, 1841*

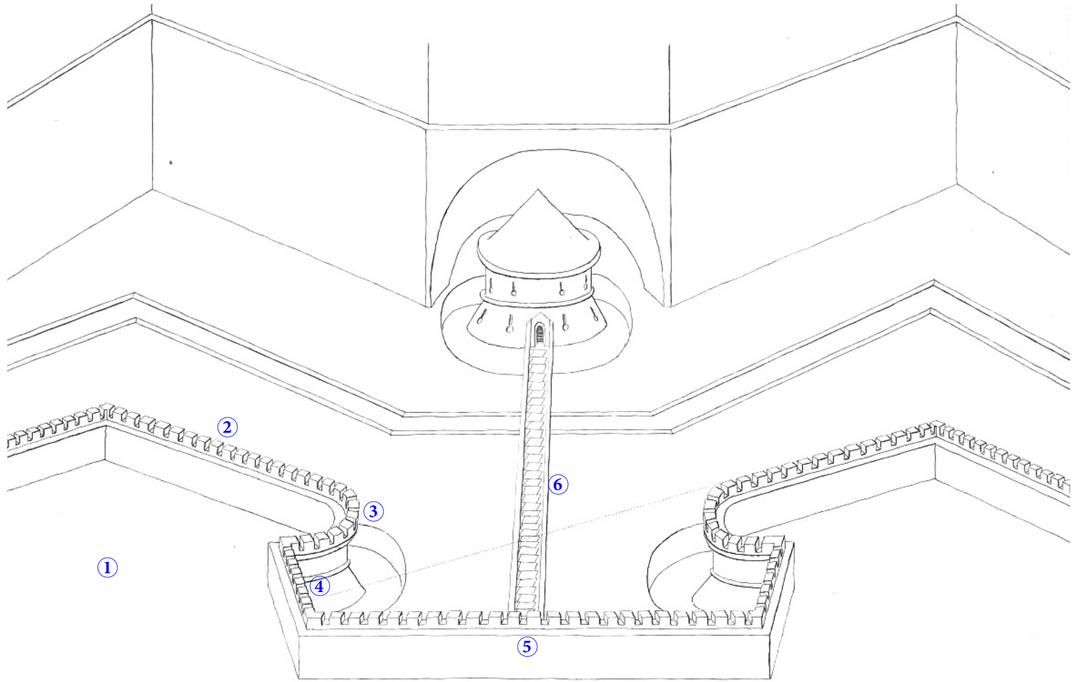


Figura I.4 *// Schema di un fronte bastionato - Da Di Giorgio Martini, 1841*

1 *- Bastione*
2 *- Faccia*
3 *- Orecchione*
4 *- Fianco*
5 *- Cortina*
6 *- Caponiera*

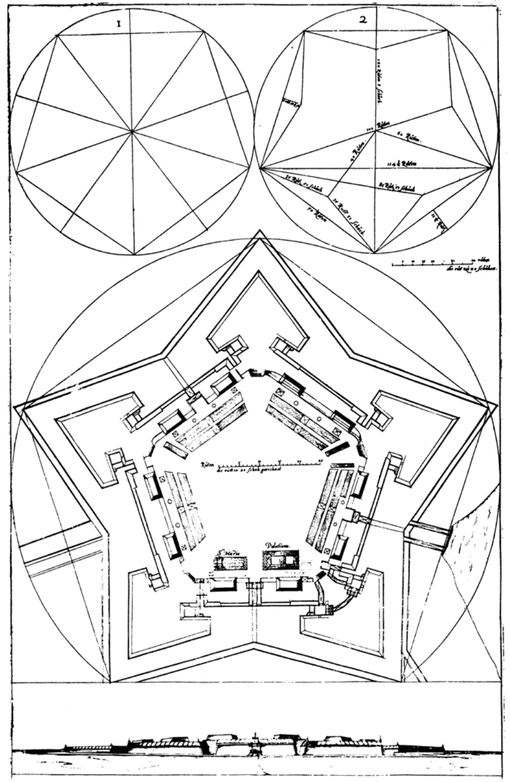


Figura I.5 *// Cittadella di Anversa - Da Speckle, 1589*

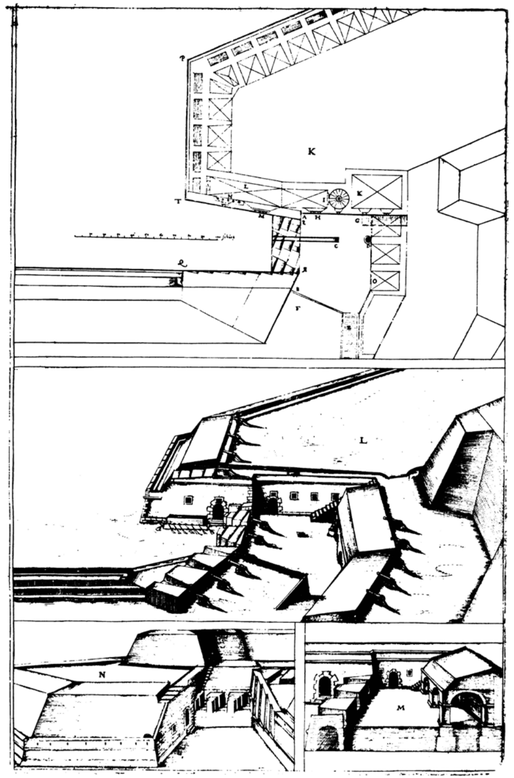


Figura I.6 *// Dettagli di un bastione con falsabraga - Da Speckle, 1589*

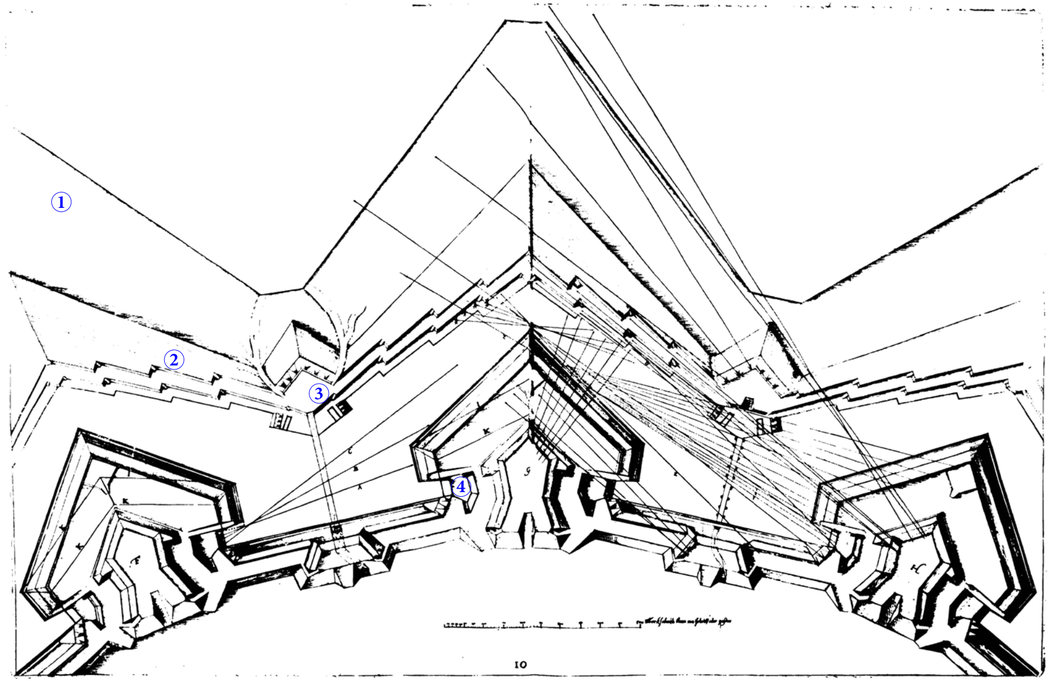
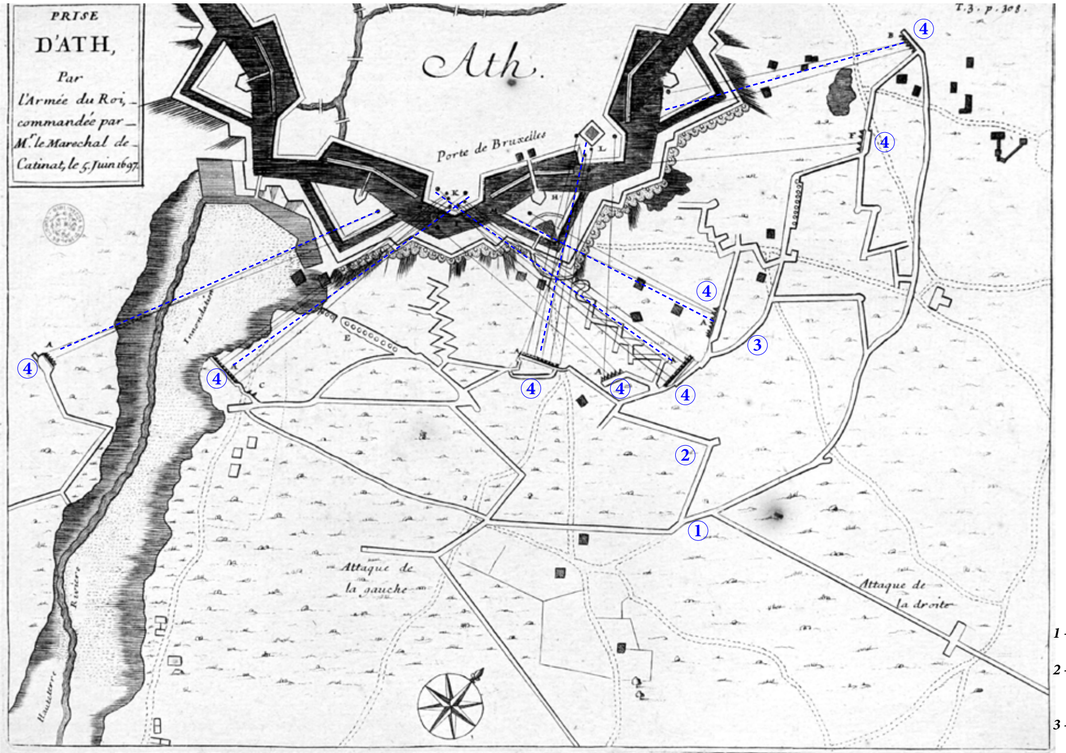


Figura I.7 *// Fronti bastionati con strada coperta a tenaglia e piazze d'armi - Da Speckle, 1589*

1 - Spalto
2 - Strada coperta a tenaglia
3 - Piazza d'armi
4 - Falsabraga



1 - Primo parallelo
2 - Trincea di avvicendamento
3 - Secondo parallelo
4 - Batteria

***Figura I.8** // Assedio di Ath con il metodo dei paralleli e delle batterie per tiro di rimbalzo - Bndigital.bnportugal.gov.pt*

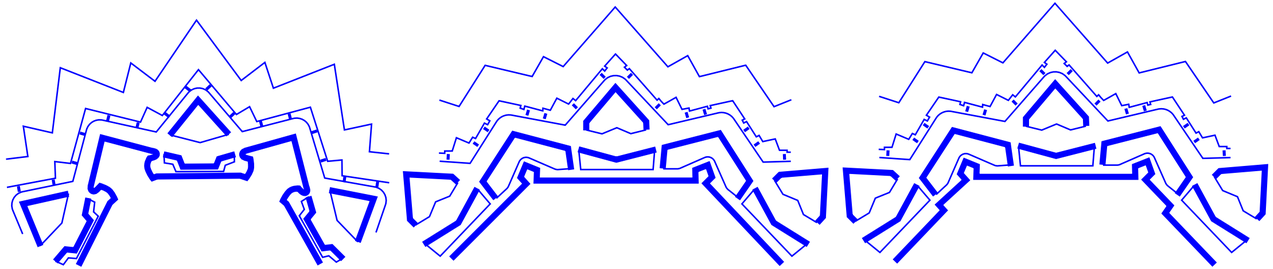


***Figura I.9** // I tre sistemi di Vauban*

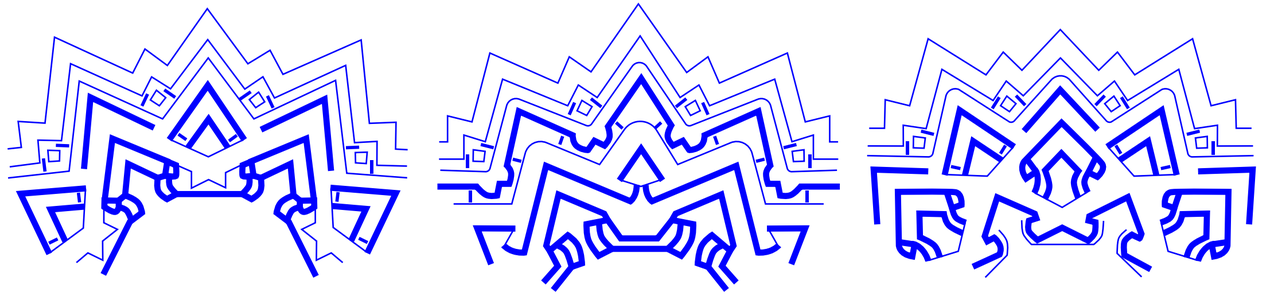


***Figura I.10** // I tre metodi di Coehoorn*

Tra la fine del Settecento e gli inizi dell'Ottocento la figura quasi divina di Vauban trovò il suo primo degno avversario in Marc René de Montalambert. In La fortification perpendiculaire del 1776, Montalambert individuò nel bastione il principale punto debole del sistema tradizionale: esposto al tiro incrociato e vulnerabile al tiro d'infilata, criticò anche lo spreco di spazio e risorse rappresentato dai fianchi e dalle cortine. In alternativa, propose una traccia tenagliata nella quale i fianchi dei bastioni erano eliminati, allungandone i fronti fino a congiungersi. Ipotizzò di sostituire i rivestimenti murari dei rampari con muri indipendenti e casamattati, capaci di ospitare un numero elevatissimo di cannoni protetti dal tiro nemico, e di affidare il fiancheggiamento dei fossati a caponiere casamattate in grado di garantire un volume di fuoco ben superiore rispetto ai fianchi dei bastioni. Nonostante l'indubbio valore concettuale delle sue idee, l'opera di Montalambert si scontrò con l'ostilità del corpo degli ingegneri francesi e con l'obiettiva difficoltà economica di realizzare piazzeforti dotate di un tale numero di pezzi d'artiglieria. Dopo la Rivoluzione si ritirò a vita privata, dedicandosi a un'intensa produzione letteraria teorica. Il secondo contributo critico giunse dal matematico Lazare Carnot che, incaricato da Napoleone di redigere un documento per aiutare i comandanti delle piazzeforti a sfruttarne i punti di forza, pubblicò nel 1810 De la défense des places fortes, nel quale privilegiò un atteggiamento difensivo attivo incentrato su frequenti sortite. Per agevolarle propose la sostituzione della controscarpa con uno spalto invertito che facilitasse l'uscita dei difensori e l'impiego di batterie coperte per obici che fornissero supporto ravvicinato, teoricamente in grado di impedire agli assedianti lo scavo delle trincee di avvicendamento. Questi elementi confluirono in una traccia bastionata rielaborata, meno radicale di quella di Montalambert, con muri di scarpa indipendenti - detti poi muri alla Carnot - che correggeva alcuni difetti del sistema tradizionale, evitando, in particolare, la formazione di rampe praticabili in caso di breccia. Anche Carnot, come Montalambert, incontrò l'ostilità degli ambienti ufficiali e il suo coinvolgimento nella vita politica rivoluzionaria ne determinarono l'esilio durante la Restaurazione.

II. Trecento anni di esperienza: le critiche mosse ai sistemi di Vauban

La letteratura esistente si sofferma piuttosto brevemente sulle teorie dei critici al sistema bastionato, citandoli senza approfondirne particolarmente le proposte. Si è ritenuto opportuno analizzarne gli scritti originali poiché, nonostante le ripercussioni pratiche furono solo parziali, l'apporto in termini di principi fu fondamentale per lo sviluppo del nuovo sistema fortificato che andrà a sostituirsi a quello bastionato, soprattutto nel mondo germanico, di cui si tratterà nei capitoli successivi.

II.I. Marc René de Montalambert

Il gravoso compito di ristabilire il predominio della difesa sull'offesa, ma soprattutto di mettere in discussione la scuola di pensiero che vedeva Vauban come una figura quasi divina e intoccabile, venne assunto ironicamente non da un ingegnere, ma da un membro del corpo dei dragoni, dunque un cavaliere: Marc René de Montalambert. Veterano di quindici campagne e nove assedi, nella sua opera del 1776 *La fortification perpendiculaire*, più tardi ampliata e ribattezzata *L'art défensif, supérieur à l'offensif,* riassunse così i gravi difetti del sistema bastionato:

1) Il bastione era un punto di debolezza, esposto al tiro incrociato. Qualsiasi tiro rivolto frontalmente verso una delle sue facce avrebbe finito inevitabilmente per colpire di rovescio il fianco opposto[17] (***fig. II.1***). Era inoltre facile, per gli assedianti, posizionare le proprie batterie in modo da colpire d'infilata l'intera fila di difensori dietro al parapetto del bastione, come dimostrò Vauban nell'assedio di Ath.
2) La portata dei cannoni non era sfruttata a pieno. Affidando la difesa della faccia di un bastione al tiro di fiancheggiamento proveniente dal fianco del bastione adiacente, si veniva a creare una zona di fuoco incrociato di fronte alla cortina che Montalambert riteneva superfluo. Lo stesso ruolo poteva essere assunto da una batteria posizionata sul prolungamento della mezzaluna. Lo spazio guadagnato avrebbe permesso aumentare considerevolmente l'ampiezza di ciascun fronte, richiedendo la costruzione di meno bastioni e quindi un notevole risparmio economico.
3) La funzione difensiva dei fianchi del bastione determinava l'ampiezza di ciascun fronte e in particolare della cortina, che ne costituisce la parte più lunga e, come si è visto, risulta pressoché inutile.
3) La larghezza della gola del bastione era insufficiente per scavare adeguati trinceramenti nella gola dei bastioni e il poco spazio disponibile era sovente occupato da torri cavaliere, polveriere, ghiacciaie e mulini a vento. Non era possibile, poi, difendere il bastione con fuoco incrociato proveniente dalle cortine, poiché i fianchi lo impedivano.
4) I fianchi del bastione erano fondamentalmente inutili. Dopo aver subito il bombardamento degli assedianti, tutto ciò che poteva offrire era un tiro di fucileria di scarsa efficacia. Il fine ultimo delle operazioni d'assedio, ormai consolidate da Vauban, era di allestire sullo spalto una batteria di breccia, a portata del bastione, conclusa la quale, come dimostrò l'esperienza, l'assedio poteva ormai dirsi concluso. Affinché una piazzaforte fosse in grado di resistere più a lungo, dunque, era necessario ritardare il più possibile l'installazione delle batterie di breccia, piuttosto che concentrarsi sul fiancheggiamento delle cortine, e a questo fine era indifferente che il fronte fosse bastionato o meno[18].

Montalambert criticò duramente anche la costruzione dei rampari in terra con rivestimento murario: l'altezza ne minava la durevolezza e la massa di terra costituiva un ostacolo a una difesa efficace, impedendo il movimento dei difensori in caso di breccia, costringendoli a calarsi dalla cima del ramparo, completamente allo scoperto. Riteneva che un muro indipendente, distaccato dal terrapieno del bastione, fosse una soluzione nettamente migliore, poiché avrebbe permesso di colpire gli assedianti penetrati nella breccia anche d'infilata, oltre a essere più durevole, non dovendo reggere la grande massa di terra. Il muro poteva poi essere rinforzato con volte a botte, formando casematte a prova di bomba e gallerie di comunicazione lungo l'intero perimetro della fortezza.
Un assediante avrebbe riscontrato serie difficoltà a varcare una breccia ottenuta in un muro così costruito, esponendosi al rischio di vedersi piombare sui fianchi i difensori, giunti attraverso le gallerie. È interessante notare come l'attenzione di Montalambert si soffermò sovente sull'aspetto economico, mostrando come le sue idee fossero funzionali sia a migliorare i sistemi esistenti, soprattutto quelli realizzati non a regola d'arte, sia a renderli meno costosi da costruire e mantenere[19].

Per rimediare al problema dei trinceramenti nella gola del bastione propose di innestarvi, al posto di una semplice trincea, una torre *angolare* (***fig. II.5***), da lui giudicata superiore alle torri bastionate sia in termini difensivi che, nuovamente, economici. La base doveva essere formata da speroni ad angolo retto, motivo per cui doveva necessariamente adottare una pianta dodecagonale. A seconda del diametro, avrebbe anche potuto svilupparsi su più livelli, ma Montalambert sembrava tuttavia prediligere quelle di dimensioni contenute, che potevano essere adibite anche a caserma o polveriera. Una batteria allestita sullo spalto, che Montalambert reputava *impossibile da realizzare*, si sarebbe trovata sotto una pioggia di fuoco proveniente dalle torri, dalle merlature dei ba-

17 Per capire meglio, è opportuno tenere a mente che nessuna arma da fuoco, per quanto accurata possa essere, colpirà esattamente nel punto a cui si sta mirando. Per questo motivo, puntando un elemento del bastione, alcune palle di cannone finiranno per colpire ciò che si trova davanti o dietro di esso, come ad esempio la cortina o un altro punto dello stesso bastione.

18 M. R. de Montalambert, *La fortification perpendiculaire, ou essai sur plusieurs manieres de fortifier la ligne droite, le triangle, le quarre, & tous les polygones, de quelqu'etendue qu'en soient les cotes, en donnant a leur defense une direction perpendiculaire, Tome I*, P.D. Pierres, Parigi, 1776, pp. 74-88

19 *Ivi*, pp. 109-117

stioni e dalla galleria esterna di casematte. Al di là dell'indubbio ottimismo, si trattava di un cambiamento paradigmatico: lo schema difensivo non era più studiato per colpire d'infilata l'assediante in qualsiasi situazione possibile, ma per concentrare il massimo volume di fuoco su chiunque potesse pensare di allestire una batteria di breccia[20].

Le misure finora citate erano da intendersi solo come adattamento delle strutture già esistenti in Francia. Quelle di nuova concezione dovrebbero seguire, infatti, un impianto diverso, seppur fondato sullo stesso principio, adottando una traccia *angolare,* che verrà poi definita tenagliata: di fatto è quella che viene ottenuta rimediando al secondo difetto del sistema bastionato nella modalità prevista da Montalambert: prolungando le facce delle mezzelune fino a raccordarsi con quelle dei bastioni, eliminando i fianchi e aumentando la lunghezza di ciascun fronte (***fig. II.4***). Le controguardie, tipicamente poste oltre il fossato, dovevano essere poste al di qua di esso, cosicché una volta superato ci fosse un ostacolo ancora maggiore prima di arrivare al corpo di piazza.

Ogni saliente doveva recare, in successione, un doppio muro isolato e casamattato, un fossato secco, una controguardia di larghezza tale da impedire il posizionamento di una batteria avversaria, un altro fossato allagato, un semplice muro a delimitarlo, un secondo fossato secco tra il muro e il ramparo, e, infine, il ramparo. In realtà, a dispetto dei nomi da lui usati, il fatto che il fossato sia secco o allagato non ha a che vedere con la presenza dell'acqua, ma solo con la profondità: quello allagato è, infatti, più profondo[21] (***fig. II.7***).

L'elemento più innovativo che introdusse fu però la *caponiera casamattata* (***fig. II.8-9***). Riteneva che la comune obiezione mossa all'uso di artiglieria disposta in locali chiusi con feritoie - le *casematte* -, ovvero i fumi di sparo, non fosse in realtà fondata, poiché vi si poteva facilmente rimediare mediante camini per l'evacuazione dei fumi. A riprova di ciò, l'impiego di cannoni in spazi chiusi era già la prassi nelle navi da guerra, in spazi assai più angusti, senza alcun problema. La caponiera doveva essere speculare, composta da due fianchi schiena contro schiena, uniti da un'alta galleria per permettere la comunicazione al suo interno. Il modulo in lunghezza è un'arcata di sei metri, alta sette metri e mezzo. La galleria centrale, invece, è larga sette metri e alta dodici. In corrispondenza di ogni arcata era prevista un'apertura per agevolare la fuoriuscita dei fumi attraverso un camino, in cui sono convogliati grazie a una sovrastruttura in legno collocata al di sopra di ogni cannone. La galleria centrale, adibita al tiro dei cannoni, si sviluppava su due livelli, cui seguivano tre livelli esterni destinati ai fucilieri. Questo permetteva di ottenere una concentrazione di fuoco drasticamente superiore a quella che era possibile sviluppare dai semplici fianchi di un bastione, in cui al massimo si potevano collocare circa

20 *Ivi*, pp. 117-127
21 *Ivi*, p. 133-136

otto cannoni, di cui ancora meno sarebbero sopravvissuti al bombardamento di un assedio abbastanza a lungo da partecipare alla difesa della cortina.

I disegni forniti da Montalambert non sono da interpretare in maniera troppo puntuale: lui stesso scrisse che si trattava essenzialmente di disegni di massima, concettuali, più per esporre la concretizzazione delle sue idee che per fornire reali prescrizioni tecniche. Non sono da considerarsi tali, per esempio, l'ampiezza delle arcate, lo spessore dei pilastri, l'inclinazione del muro esterno. È interessante il fatto che i solai delle gallerie per fucilieri non siano voltati, ma appoggiati al muro esterno e alle volte dei contrafforti, in modo da non esercitare alcuna spinta e non sollecitare il muro esterno. All'interno della caponiera era possibile disporre di ogni comodità: letti, pentole, depositi. Se i camini non fossero stati sufficienti, era possibile espellere il fumo anche attraverso aperture nelle volte coperte da griglie metalliche a prova di bomba. Le feritoie per i cannoni erano in blocchi di pietra, tenuti insieme da tiranti e bulloni in ferro, sostenute da travi fissate anch'esse a un blocco di pietra, al fine di creare una costruzione la più solidale possibile. A dispetto dell'impegno profuso da Montalambert nel descrivere nei dettagli la caponiera casamattata, è curioso che nelle tavole che allegò alla sua opera non se ne riscontri quasi mai (***fig. II.10***) l'impiego nei disegni piazzeforti ideali, anche se è piuttosto chiaro che l'organizzazione delle spesse mura della caponiera sia stata replicata per tutti i muri casamattati, che rappresentano invece una costante. Le volte delle casematte dovevano essere completamente nascoste da un rivestimento murario esterno rendendolo, secondo Montalambert, molto solido, specialmente alla luce del fatto che non vi era più alcuna massa di terra da sostenere. Anche nell'ipotesi che un pezzo di questo muro fosse parzialmente crollato, sarebbe stato sostenuto dalle volte inferiori, invece di andare a formare una rampa percorribile come accadeva invece con il terrapieno del bastione. Il muro, così configurato, formava un tutt'uno con i pilastri e le volte perpendicolari, mentre il muro di un ramparo bastionato era concepito principalmente come contenimento alla spinta del terreno: replicarne lo spessore - e il costo - sarebbe stato, in questo caso, completamente inutile. Per lo stesso motivo, la sua pendenza poteva essere ridotta[22]. Montalambert notò inoltre come, nel tentativo di risparmiare, alcuni ingegneri avessero ridotto lo spessore dei rivestimenti, e dunque la loro altezza, andando privandoli del loro unico pregio. Un buon ramparo con terrapieno non doveva essere solo spesso, ma anche avere una massa di terra considerevole. Questo ne aumentava, naturalmente, il costo e riduceva le resistenza, nel tempo, del rivestimento. L'infiltrazione dell'acqua era tanto più profonda quanto più il muro era inclinato, ma questo agevolava l'accumulo di polvere, muffe e muschi. Le volte a prova di bomba, il cui spessore era fissato a circa 90 cm, erano spesso degradate dall'umidità. Erano infatti convenzionalmente coperte da uno strato di 1,2 metri di ciottoli e terra, per far defluire l'acqua piovana in appositi condotti ricavati nella

22 *Ivi*, pp. 150-153

muratura. La terra, però, non si asciugava mai, finendo per rendere costantemente umido l'estradosso delle volte, portando alla marcescenza della malta. Prescrisse dunque l'impiego di malte migliori, capaci di trasformare in un *unico solido* le pietre legate, e di eliminare il rivestimento in terra che rendeva inabitabili i sotterranei per la loro umidità. Sarebbe stato sufficiente coprirli con una tettoia appoggiata a pilastri, coperta da tegole o semplici assi di legno. Questi sotterranei, decisamente più funzionali, avrebbero potuto essere adibiti a depositi per grano, fieno e paglia, evitando di lasciarli all'aperto, con il rischio che prendessero fuoco. Al momento dell'assedio, tutte queste coperture lignee potevano essere smontate e reimpiegate per erigere barricate. Montalambert usa un'espressione marinaresca, *faire branle-bas*, in riferimento all'azione di smontare amache e sgombrare i ponti in vista di uno scontro navale. La rimozione della terra poteva essere un problema per la resistenza della volta durante un bombardamento, ma osservò come lo scoppio di una bomba in un letto di ghiaia non facesse altro che proiettarla in tutte le direzioni, aumentandone l'effetto[23].

Nonostante l'enfasi sull'artiglieria in casamatta, non rinunciò completamente alle batterie scoperte, che tuttavia dovevano rimanere in funzione solo fintanto che quelle avversarie non fossero state in grado di colpirle con consistenza. L'obiettivo era soprattutto proteggere gli uomini, non i materiali. Per questo era più conveniente costruire in abbondanza traverse in terra impiegare meno cannoni allo scoperto, protetti da alte e spesse traversine, che all'occorrenza potevano essere collocati altrove e riposizionati quando il tiro nemico avesse cambiato bersaglio.

Nella sua traccia a tenaglia, eccezion fatta per il terrapieno interno, quelli esterni sono concepiti come semplici posizioni per fucilieri, in modo da evitare che l'assediante possa utilizzarli per allestire le sue batterie. I muri di contenimento presero forma di muri casamattati su più livelli, per cannoni e moschetti, analoghi a quelli della caponiera casamattata. Di fronte al ramparo interno si colloca una controguardia in terra, senza muro di contenimento, e successivamente un muro indipendente a coprire il fossato allagato. I fianchi erano protetti da muri casamattati con due livelli per cannoni e due per fucilieri. Se l'apertura di tutte queste feritoie poteva avere qualche ripercussione sulla solidità dei muri, era comunque una misura necessaria per migliorarne le capacità difensive. In ogni caso, non sarebbero stati visibili dalla campagna e per sfondarli sarebbe stata necessaria, secondo Montalambert, una batteria di breccia a pochi metri di distanza, che avrebbe potuto impiegare sicuramente di meno cannoni di quelli disponibili difensori. La stessa configurazione era impiegata per la difesa dei ponti di collegamento alle opere esterne e alle loro estremità erano allestite delle piazze d'armi protette da una ridotta e da fianchi, nuovamente, casamattati. Sotto a ogni ponte, due spessi muri impermeabili avrebbero formato un passaggio protetto dal tiro, per consentire il raggiungimento delle opere esterne senza mai esporsi anche quando i ponti non fossero più stati agibili. Nel momento in cui le opere esterne fossero state evacuate, si sarebbe potuto allagare il camminamento per impedirne l'utilizzo agli assedianti.

La piazza d'armi non era collocata nella strada coperta e poteva avvalersi di magazzini ricavati nelle arcate della ridotta. La strada coperta era sprovvista di traverse in quanto, secondo Montalambert, la controguardia anteriore al fossato principale, con il suo muro indipendente, ne avrebbe svolto la funzione, e non era prevista alcuna palizzata, in modo da agevolare il rapido movimento dei difensori durante una sortita. Contemplò comunque la possibilità di erigere traverse temporanee solo al momento del bisogno[24].

In definitiva, Montalambert comprese come il successo o meno di un assedio fosse fondamentalmente riconducibile alla capacità dell'una o l'altra parte di schierare la migliore artiglieria, e disporla allo scoperto avrebbe vanificato il principale vantaggio della difesa. Se Dio stava davvero dalla parte di colui che disponeva di più cannoni, allora l'impiego delle casematte su più livelli avrebbe certamente garantito l'aiuto della mano divina alla parte assediata. Purtroppo, nonostante il grande impegno che destinò allo studio di una soluzione più efficace ed economica, sembrò non tenere mai in considerazione l'immane costo che avrebbe comportato rifornire una piazzaforte di un tale numero di cannoni, che sarebbero ammontati a centinaia, se si pensa che una sola caponiera, nella configurazione da lui proposta, ne avrebbe schierati circa centoventi. Alla fine, Montalambert fu travolto da eventi più grandi di lui. Costretto già nel 1761 a mantenere le sue opere segrete per timore che potessero essere impiegate dai nemici della Francia, e dopo averle finalmente pubblicate nel 1776, si trovò a scontrarsi con il fronte inamovibile degli ingegneri francesi e la loro fede incrollabile nelle idee di Vauban, al punto da considerare qualsiasi critica come il segno distintivo di un uomo ignorante in materia di ingegneria. Era quantomai scandaloso che simili insinuazioni provenissero, per giunta, da un cavaliere. La disputa trovò la sua triste fine nella Rivoluzione Francese: dopo la morte del suo unico aggancio politico, Mirabeau, nel 1791, cadde l'ultima possibilità di diventare capo del corpo degli ingegneri. Troppo aristocratico per la Francia che andava creandosi, ma pur sempre rispettato dalla nuova generazione di ingegneri come Carnot, gli fu concesso di ritirarsi a vita privata, dove continuò instancabilmente a espandere la sua opera, che arrivò a contare ben undici volumi[25]. Nelle tavole che allegò si possono ritrovare disegni raffinati per fortificazioni, in linea coi principi già enunciati nel 1776, per ogni terreno e configurazione possibile, così articolate da risultare pressoché irrealizzabili, collocandolo a pieno diritto, paradossalmente, sulla scia dei più famosi architetti utopisti della Rivoluzione.

23 *Ivi*, p. 139-168

24 *Ivi*, p. 181

25 C. Duffy, pp.158-163

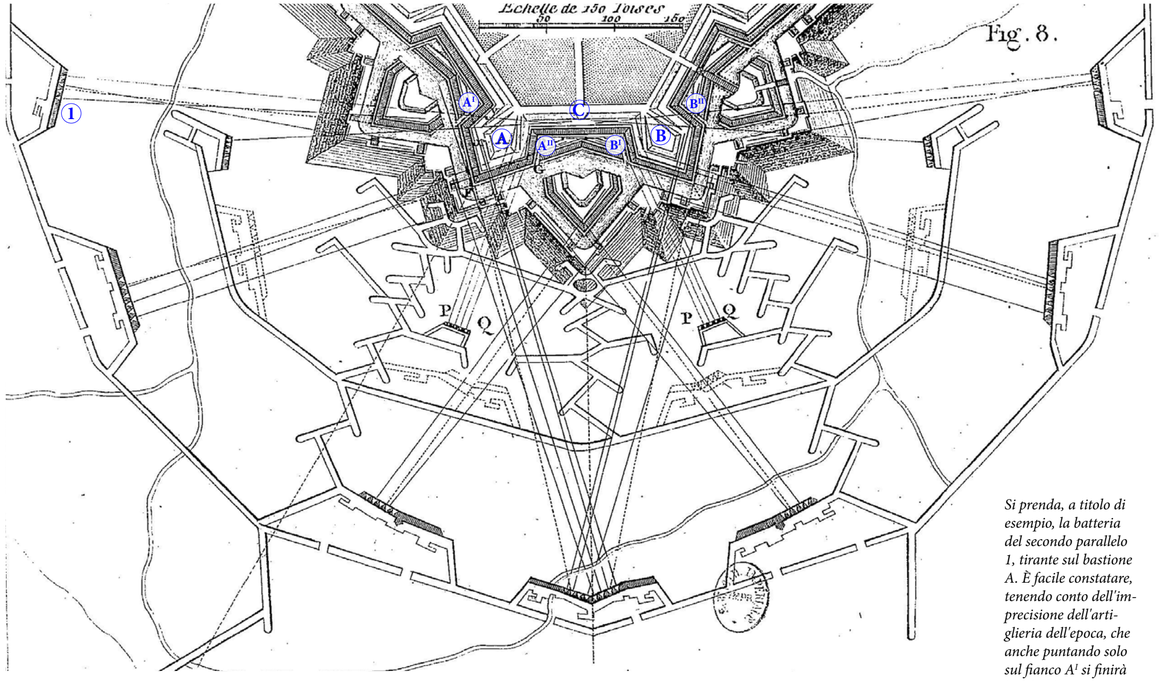


Figura II.1 *// Vulnerabilità del sistema bastionato al tiro d'infilata - da Montalambert, 1776*

Si prenda, a titolo di esempio, la batteria del secondo parallelo 1, tirante sul bastione A. È facile constatare, tenendo conto dell'imprecisione dell'artiglieria dell'epoca, che anche puntando solo sul fianco A^I si finirà inevitabilmente per colpire di rovescio anche il fianco A^{II}, se non addirittura la cortina C o il fianco B^I.

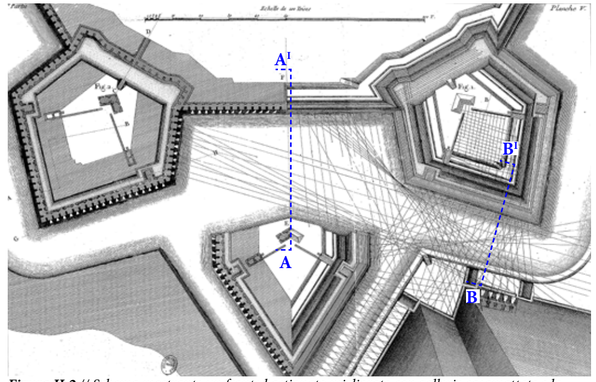


Figura II.2 *// Schema mostrante un fronte bastionato migliorato con gallerie casamattate e la capacità di concentrare il fuoco su una batteria di breccia - da Montalambert, 1776*

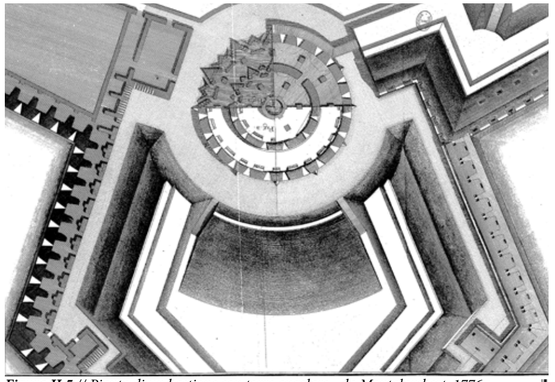


Figura II.5 *// Pianta di un bastione con torre angolare - da Montalambert, 1776*

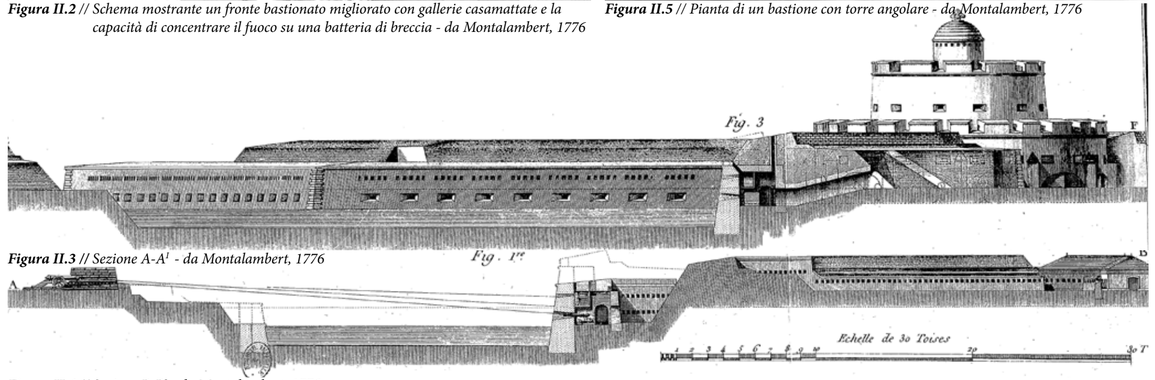


Figura II.3 *// Sezione A-A^I - da Montalambert, 1776*

Figura II.4 *// Sezione B-B^I - da Montalambert, 1776*

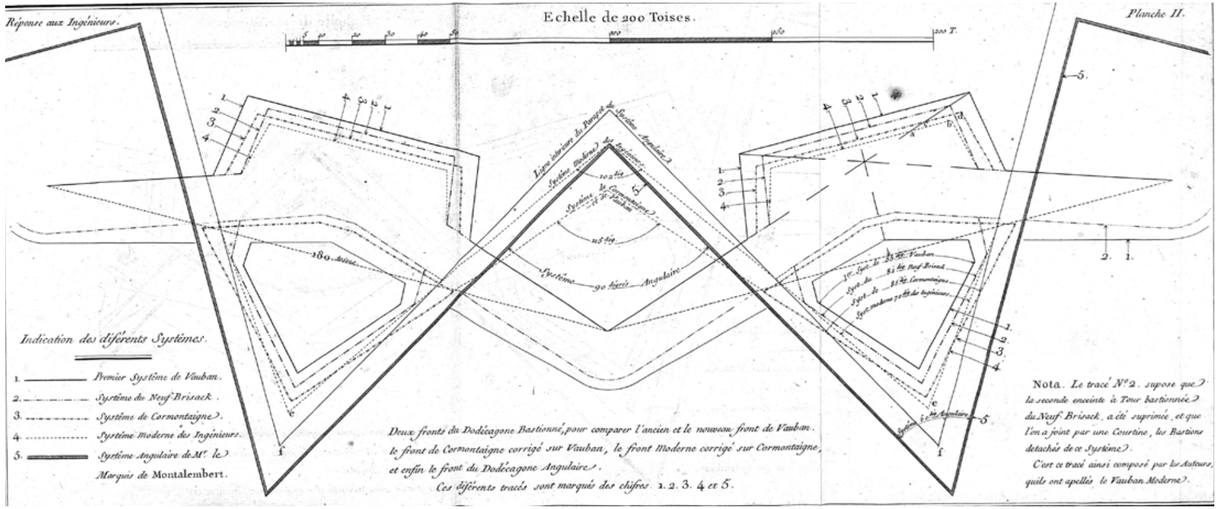


Figura II.6 *// Genesi del fronte a tenaglia a partire da quello bastionato, mediante il proungamento dei fianchi della mezzaluna - da Montalambert, 1793*

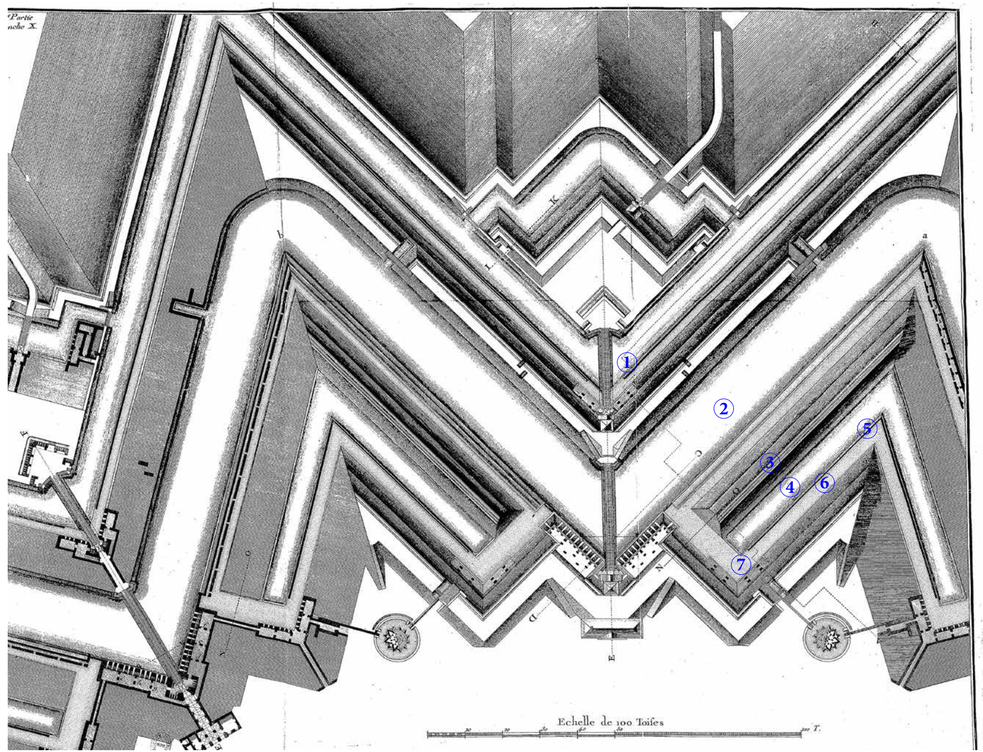


Figura II.7 *// Pianta di un fronte a tenaglia - da Montalambert, 1776*

1 *- Primo muro casamattato*
2 *- Primo fossato secco*
3 *- Controguardia*
4 *- Fossato allagato*
5 *- Muro isolato*
6 *- Secondo fossato secco*
7 *- Ramparo con secondo muro casamattato*

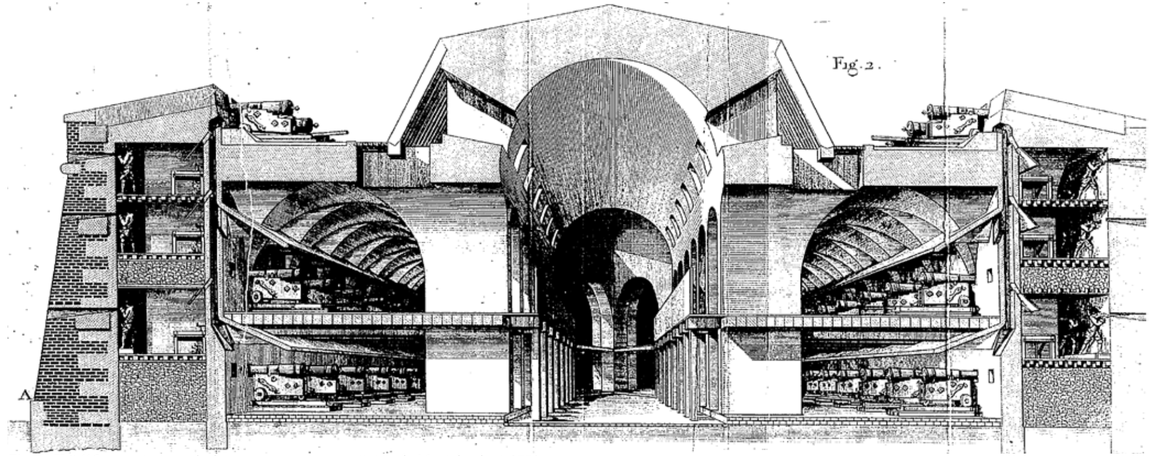


***Figura II.8** // Sezione trasversale di una caponiera casamattata - da Montalambert, 1776*

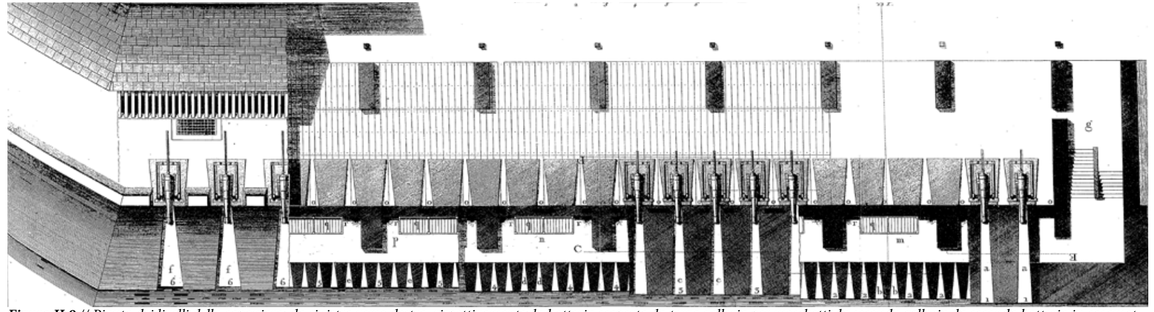


***Figura II.9** // Pianta dei livelli della caponiera; da sinistra verso destra, rispettivamente: la batteria scoperta, la terza galleria per moschetti, la seconda galleria, la seconda batteria in casamatta, la prima galleria e la prima batteria in casamatta - da Montalambert, 1776*

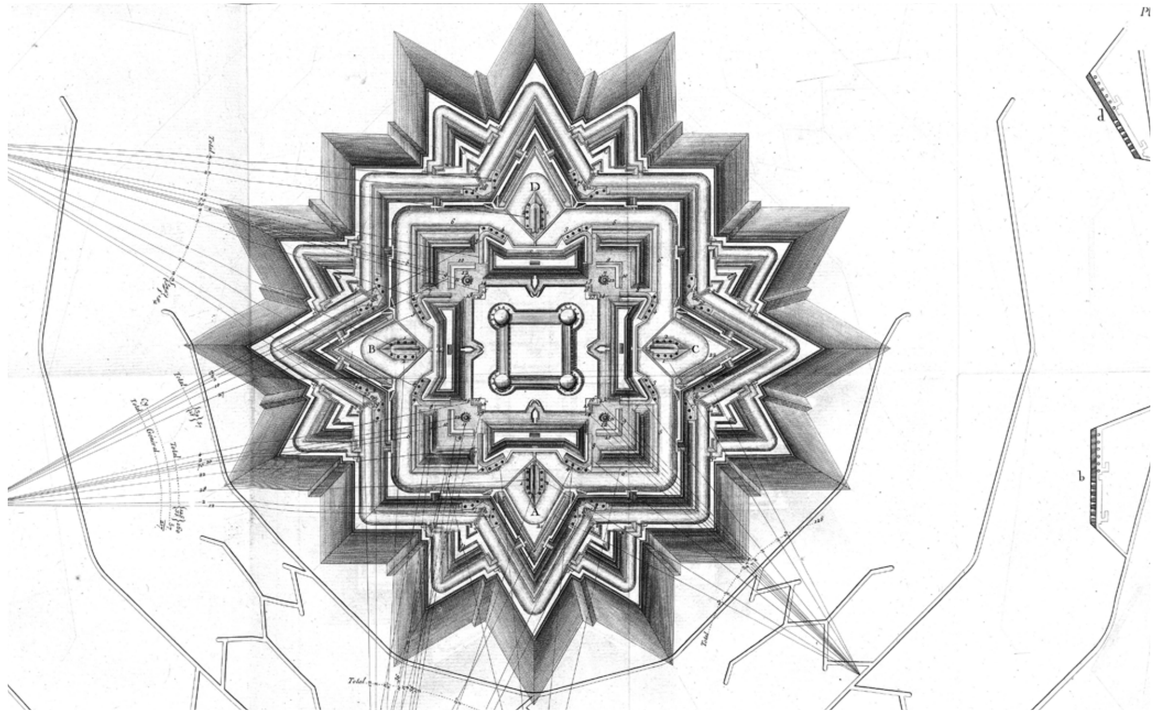


***Figura II.10** // Pianta di una piazzaforte con traccia a tenaglia e caponiere casamattate, indicate dalle lettere A, B, C e D - da Montalambert, 1793*

II.II. Lazare Carnot e la fortificazione nell'età napoleonica degli eserciti di leva e della guerra di manovra

Le guerre napoleoniche sembrarono ridimensionare grandemente il ruolo delle grandi fortificazioni: le rapide manovre messe in atto da Napoleone e dai suoi marescialli erano infatti volte a distruggere le forze nemiche in campo aperto, piuttosto che a occupare il territorio mediante una lenta serie di lunghi assedi. Questo non segnò, in ogni caso, la fine della fortificazione. L'introduzione della coscrizione fece lievitare il numero di effettivi negli eserciti europei che, contando centinaia di migliaia di soldati, necessitavano di una rete di piazzeforti che svolgessero un ruolo di supporto, oltre che difensivo, e, possibilmente, offensivo[26]. Non è un caso che nel *Vom Kriege*, pubblicato nel 1832 con frequenti rimandi alle campagne napoleoniche alle quali prese parte, Clausewitz non screditò affatto il ruolo della fortificazione campale. Ridotte in numero, le piazzeforti rimasero i punti nodali che tenevano insieme quella che definì *l'orditura strategica*. In esse riconobbe due elementi, uno passivo e uno attivo. Il primo era, in sintesi, la protezione del territorio, il secondo la minaccia in potenza rappresentata sia dalla sua guarnigione e dagli attacchi che avrebbe potuto sferrare, che dalle operazioni di un esercito che alla piazzaforte si sarebbe appoggiato. Oltre alle funzioni più tradizionali di difesa di una città o di un punto strategico, Clausewitz riconobbe alla piazzaforte anche il ruolo di deposito di armi e derrate, di località di tappa per la marcia di un esercito e punto di raduno di contingenti in ritirata[27].

Nel 1809 Napoleone commissionò a Lazare Carnot il compito di redigere un documento per aiutare i comandanti delle fortezze a sfruttare le opportunità offerte dalle fortificazioni. Spingendosi oltre le richieste dell'Imperatore, nel 1810 Carnot pubblicò *De la défense des places fortes*, esprimendosi a favore delle azioni offensive come la miglior forma di difesa, privilegiando frequenti sortite per ostacolare gli assedianti. Gli impianti contemporanei, tuttavia, rendevano le sortite difficili, consentendo l'uscita dalla fortezza solo da piccole porte che sfociavano nella piazza d'armi: se l'assediante aveva già occupato la strada coperta, questo diventava troppo rischioso. Per risolvere questo problema, Carnot propose la sostituzione della controscarpa con uno spalto invertito - una rampa verso la strada coperta - che i difensori potessero agevolmente percorrere.

Carnot giunse alle stesse conclusioni di Montalambert riguardo al pericolo corso dalle batterie scoperte, ma vi rimediò con una soluzione meno radicale: l'impiego di batterie coperte alla vista degli assedianti dai terrapieni della piazzaforte, e che dunque non potevano che tirare parabolicamente oltre al parapetto. Questo sistema avrebbe offerto un'efficace difesa ravvicinata e fuoco di supporto per le sortite, oltre a essere, secondo Carnot, economico: si sarebbero potute usare cariche ridotte, per via della breve distanza, e munizioni di ogni tipo: pezzi di ghisa, di ferro o addirittura pietrame prelevato dalla pavimentazione della piazza. L'idea non era originale di Carnot, ma era già stata osteggiata per alcuni motivi:

a) Le munizioni impiegate, di piccolissimo calibro, sarebbero risultate non letali.
b) Sarebbe stato sufficiente, per gli assedianti tenersi fuori dalla portata degli obici.
c) Il tiro avrebbe consumato un'eccessiva quantità di ferro[28].

In risposta a queste osservazioni, Carnot fornì delle argomentazioni tendenzialmente valide, eccetto per la letalità del tiro verticale da lui proposto. Agli ultimi due punti, infatti, rispose che tenersi fuori portata degli obici avrebbe significato per gli assedianti rinunciare completamente all'avvicinamento alla piazzaforte e quindi alla sua cattura col metodo dei paralleli; la questione del consumo di ferro, poi, era semplicemente falsa, dal momento che sarebbe stato uguale a quello consumato dal regolare tiro di fucileria. Riguardo al primo punto, invece, Carnot sostenne erroneamente che anche una pioggia di piccole pietre e palle di moschetto sarebbe risultata fatale, anche se prove pratiche effettuate anni dopo in Inghilterra provarono il contrario, come si vedrà in seguito. La legge dei grandi numeri poteva anche dare ragione a Carnot riguardo alla capacità un volume di tiro sufficientemente grande di colpire inevitabilmente gli assedianti, ma la fisica avrebbe negato ai piccoli proiettili da adottare la velocità terminale necessaria per poter essere letali.

Validi o meno che fossero i punti sollevati da Carnot, ciò che conta fu nuovamente il cambio paradigmatico, analogo a quello di Montalambert: se l'artiglieria dell'assediante era in grado di aprire brecce senza scomodarsi a raggiungere le cortine o i bastioni, era inutile adottare un sistema interamente incentrato sul tiro di fiancheggiamento. Laddove Montalambert intendeva ostacolare l'allestimento di batterie di breccia con la pura potenza di fuoco sviluppata dalle sue casematte, Carnot ritenne opportuno colpire gli assedianti con una tale pioggia di pietre e pallottole da rendere impossibile lo scavo stesso delle trincee necessario per conquistare lo spalto. Considerava, anzi, le casematte come una soluzione inefficace, in quanto erano perfettamente visibili dall'esterno, e ciò che può essere visto può essere colpito.

I difetti che individuò nei sistemi di Vauban furono prevalentemente gli stessi descritti in precedenza: formazione di rampe di terra in caso di breccia dei bastioni, degrado dei rivestimenti murari per la loro inclinazione, mancanza di ripari sui rampari, di depositi a prova di bomba che potessero proteggere derrate e materiali da un bombardamento, artiglieria alla mercé del bombardamento, impossibilità di scavare trincee per una difesa efficace delle brecce. A queste si aggiungevano osservazioni nuove, spesso derivanti da uno sguardo particolarmente attento alla difesa attiva: la presenza della

26 M. Borgatti, *La fortificazione permanente contemporanea (teorica ed applicata), Parte I*, Torino, Tipografia G. U. Cassone, 1898, p. 78
27 C. von Clausewitz, *Della Guerra*, Mondadori, Cles, 1997, pp. 498-509
28 L. Carnot, *De la défense des places fortes*, Vve Courcier, Parigi, 1812, pp. 319-329

controscarpa ostacolava il successo delle sortite, così come scarsa copertura offerta dalla strada coperta - per timore che l'assediante potesse barricarvisi. Le palizzate che vi si trovavano rendevano praticamente impossibile l'azione attiva della cavalleria o dell'artiglieria. Infine, riteneva che lo spalto non coprisse mai realmente i muri di scarpa - motivo per cui considerava le casematte troppo esposte -, le mezzelune non schermavano adeguatamente le cortine, che potevano ancora essere colpite da una batteria di breccia posizionata sul fossato proprio della mezzaluna[29]

La risoluzione di queste problematiche è riportata nel progetto di traccia (***fig. II.11-14***) allegato alla sua opera, meno radicale di quella proposta da Montalambert. Ripercorrendo lo stesso ordine seguito per la traccia tenagliata, ciascun saliente presenta, in successione: lo spalto invertito favorire le sortite, una controguardia in terra, un primo fossato secco, un muro indipendente con feritoie, il terrapieno del bastione - privo di alcun rivestimento murario e dunque a pendenza naturale - un ampio fossato corrispondente alla gola del bastione, coperto da due fianchi casamattati, il muro di scarpa indipendente, sviluppato su due livelli e dotato di feritoie, il corpo di batterie per obici coperte da semplici archi non tamponati, ma da chiudere in tempo di guerra, e infine il ramparo, anch'esso sprovvisto di rivestimento murario.

Al centro di ciascun fronte, che di fatto seguiva ancora una traccia bastionata rielaborata, era collocata una controguardia - definita da Carnot mezzaluna ma si può ben notare come non presenti alcuna differenza rispetto alla controguardia dei salienti -, un cavaliere-ridotta, una tenaglia e un'altra controguardia lineare a copertura della cortina. La strada coperta era qui del tutto assente, ma la sua funzione era svolta dai fossati secchi, mentre ampie piazze d'armi erano ricavate tra il cavaliere e la mezzaluna. Dai disegni è evidente come una tale configurazione di controguardie avrebbe eliminato la possibilità per una batteria di breccia di colpire la cortina dal fossato della mezzaluna, e poiché l'intera piazzaforte sarebbe stata a un livello inferiore rispetto al piano di campagna era anche defilata alla vista dell'assediante - si tratta di una configurazione appositamente studiata per i luoghi pianeggianti dove non si incontri acqua scavando a meno di due metri di profondità -. Viene tuttavia da chiedersi se in un tale sistema una batteria di breccia posizionata sulla cresta dello spalto invertito non sarebbe stata in grado di colpire più facilmente, avvalendosi di una posizione sopralevata, gran parte della piazzaforte.

La configurazione studiata da Carnot era probabilmente molto economica, dal momento che le opere murarie erano limitate ai soli muri indipendenti e alle batterie coperte. L'elemento che lasciò maggiormente il segno fu proprio la scarpa distaccata, tant'è che prese il nome di *muro alla Carnot*, di cui era apprezzata la funzione difensiva, il costo contenuto e la mancata formazione di pericolose rampe nel caso vi fosse stata aperta una breccia[30].

Le vicende di Carnot non si conclusero in maniera più dignitosa di quelle di Montalambert. Grande ammiratore di Vauban, al punto da vedersi conferita, nel 1784, una medaglia d'oro per un saggio dal titolo *Éloge de Vauban*, contribuì indirettamente a creare il clima settario degli ambienti del Genio francese, reagendo duramente, insieme ad altri ingegneri, alla pubblicazione di una lettera da parte di un ufficiale d'artiglieria riguardo a una presunta mancanza di originalità in Vauban, responsabile solo di aver sperperato milioni di lire in inutili fortificazioni. Queste reazioni indussero il Ministero della Guerra a chiudere il dibattito proibendo la pubblicazione di manoscritti sull'arte militare senza previa approvazione del ministero stesso. Nel corso della Rivoluzione il corpo degli ingegneri rimase tutto sommato legato alle idee di Vauban, specialmente dopo la dipartita di Montalambert, e Carnot si dimostrò un fervente patriota, svolgendo ruoli di primo piano nella vita pubblica e militare, ed essendo tra coloro che votarono a favore dell'esecuzione del Re. Fu proprio il coinvolgimento rivoluzionario a determinarne l'esilio durante la Restaurazione, privando il Genio francese di una figura che, per quanto meno radicale, aveva avuto il coraggio di mettere davvero in discussione il lavoro di Vauban[31].

29 *Ivi*, pp. 447-448

30 *Ivi*, pp. 474-482

31 C. Duffy, pp. 156-157, 167,

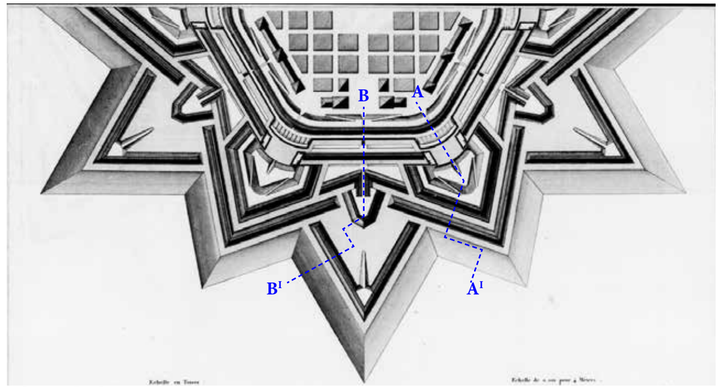


Figura II.11 *// Pianta della traccia di Carnot - Da Carnot, 1812*

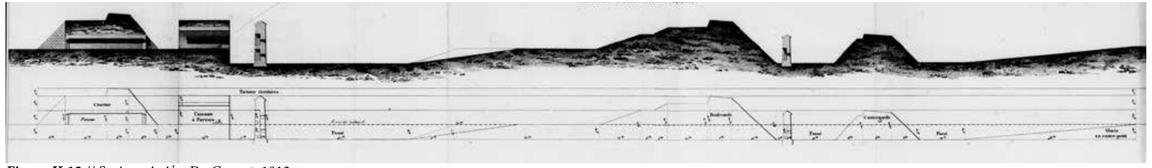


Figura II.12 *// Sezione A-A¹ - Da Carnot, 1812*

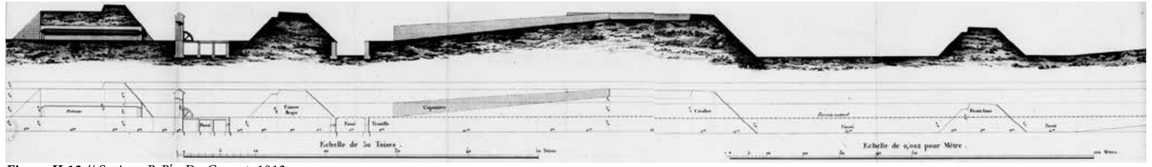


Figura II.13 *// Sezione B-B¹ - Da Carnot, 1812*

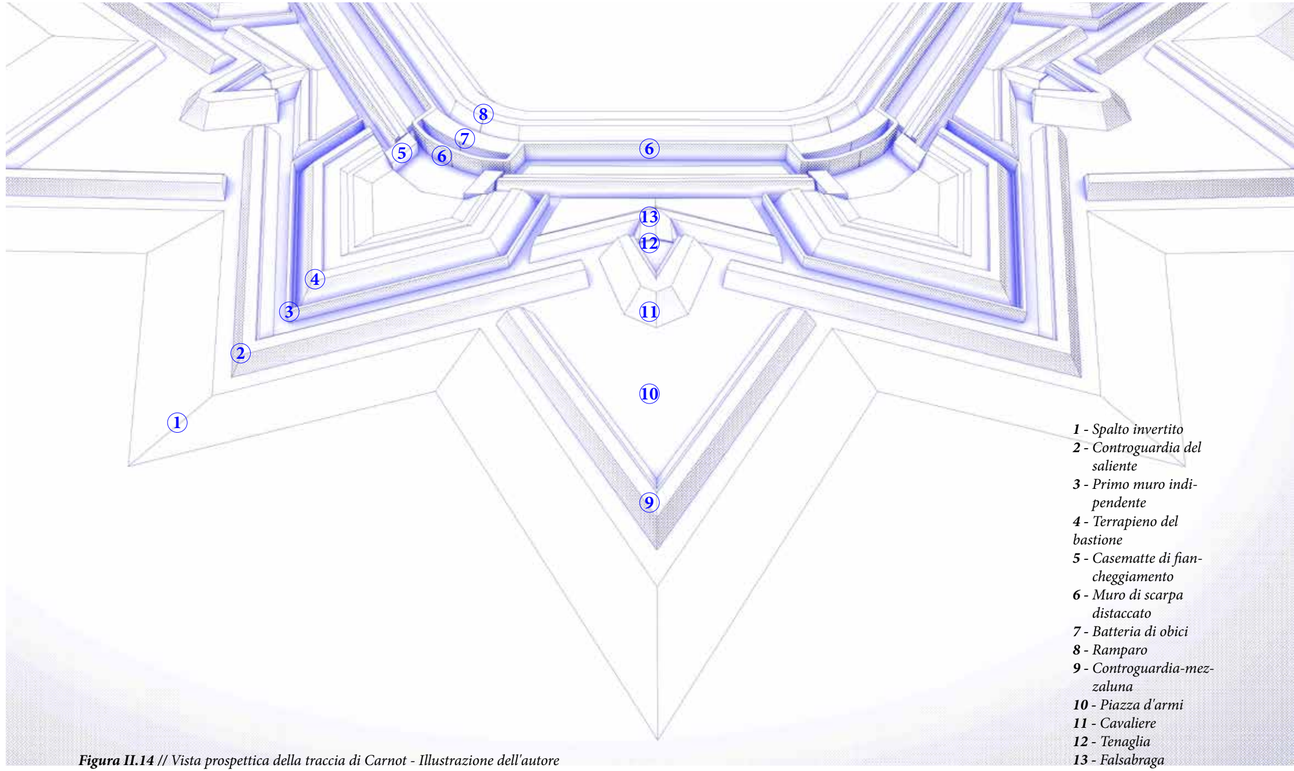


Figura II.14 *// Vista prospettica della traccia di Carnot - Illustrazione dell'autore*

1 *- Spalto invertito*
2 *- Controguardia del saliente*
3 *- Primo muro indipendente*
4 *- Terrapieno del bastione*
5 *- Casematte di fiancheggiamento*
6 *- Muro di scarpa distaccato*
7 *- Batteria di obici*
8 *- Ramparo*
9 *- Controguardia-mezzaluna*
10 *- Piazza d'armi*
11 *- Cavaliere*
12 *- Tenaglia*
13 *- Falsabraga*

L'introduzione della leva da parte di Napoleone fece sì che nell'Ottocento la piazzaforte si trasformasse in un ampio campo trincerato, formato da una cinta continua centrale e da un anello di forti distaccati che tenessero lontano l'assediante dal nucleo da proteggere, offrendo al contempo uno spazio di manovra per un esercito. In Francia, nonostante il clima conservatore imposto dal Genio, ci furono alcuni timidi tentativi di correggere i difetti del sistema bastionato senza abbandonarne i principi, come le tracce di Dufour, Noizet e Haxo, quest'ultima interessante per l'introduzione, seppur solo teorica, di una caponiera casamattata di ispirazione montalambertiana. Anche Choumara elaborò un progetto rimasto sulla carta, ampliando notevolmente le opere esterne e le dimensioni del fronte bastionato. In pratica, però, le realizzazioni di questo periodo furono di scarso interesse: la nuova cinta di Parigi e il relativo anello di forti distaccati costituirono un'applicazione ortodossa del sistema bastionato, afflitta dagli stessi difetti individuati decenni prima, mentre il sistema difensivo di Lione mostrò soluzioni più originali e ibride: nei forti distaccato si trovavano caserme difensive di gola, bastionnet e angoli salienti ottusi, avvicinandoli, per certi versi alla scuola tedesca. Fu proprio nel mondo germanico, e in particolare in Prussia, che le teorie di Montalambert e Carnot trovarono applicazione pratica a partire dal 1815, nella stabilizzazione dei nuovi confini dopo le guerre napoleoniche: le nuove cinte furono costruite secondo traccia poligonale, con un ricorso sistematico a caponiere casamattate, muri alla Carnot, spalti invertiti, casematte per mortai e caserme difensive casamattate a chiusura del fronte di gola, il tutto concepito per sottrarre quanto più possibile le opere al tiro dell'assediante. Il campo trincerato di Coblenza, e il suo Fort Alexander chiaramente ispirato ai progetti di Montalambert, rappresentò il caso più emblematico della scuola tedesca. Nonostante l'estrema varietà di soluzioni adottate per i forti distaccati - tipicamente a lunetta, con scarpe di diversa tipologia, caponiere di fiancheggiamento e caserme circolari casamattate - e il distacco formale dalle proposte dei teorici francesi, ne recepirono pienamente i principi fondamentali, segnando così l'affermazione pratica, sul suolo tedesco, di quella fortificazione perpendicolare che in Francia era rimasta a lungo confinata alla sola dimensione teorica.

III. Il primo periodo della fortificazione permanente contemporanea[32]

Il XIX secolo vide la trasformazione della piazzaforte in un sistema molto più ampio a supporto di grossi eserciti di coscritti, che prese il nome di *campo trincerato*[33]. Esso si componeva di una cinta continua e di un anello di forti distaccati per impedire il bombardamento del nucleo da proteggere e l'occupazione di punti dominanti da parte dell'assediante, creando al contempo un'ampia zona sicura in cui la guarnigione potesse manovrare[34]. La distanza dei forti distaccati poteva variare grandemente, così come la loro natura: forti, fortini, semplici ridotte in terra, a traccia bastionata, nel caso della scuola francese, poligonale o tenagliata, nel caso della scuola tedesca[35]. Questa varietà rende piuttosto evidente, nei primi anni dell'Ottocento, la mancanza di un'idea definitiva su come dovesse concretizzarsi la fortificazione dei *grand pivots stratégique*: i forti distaccati potevano essere in forma di lunette, singoli fronti bastionati, ridotte fiancheggiate da caponiere, addirittura semplici torri, su una linea, a volte due linee, a volte con ridotte interne e a volte senza, a volte a una distanza reciproca tale da essere portata di mitraglia, altre senza alcuna protezione dalle opere vicine[36]. Per non perdersi nelle infinite varianti che si possono incontrare in tutta Europa, anche all'interno di una stessa nazione - il mondo germanico sarà maestro in questo -, si è deciso di portare all'attenzione soltanto le due scuole di pensiero principali e, facendo particolare riferimento a quella prussiana, i casi e le varianti che sembrarono aver imboccato giusta via, in relazione a quanto verrà costruito negli ultimi decenni dell'Ottocento quando gli effetti dei nuovi mezzi d'offesa divennero più chiari.

III.I L'immobilismo in Francia del primo Ottocento

Si è già visto come la diffusione di nuove idee fosse ostacolata, in Francia, dalla natura settaria che il Genio andò ad assumere: censura di libri e professori, divieto di pubblicare critiche sull'operato degli ingegneri, divieto di pubblicare opere sulle fortificazione senza autorizzazioni dall'alto. La penna sempre schietta di Brialmont scriverà che lo stato dell'arte difensiva francese era rimasto esattamente lo stesso di centocinquant'anni prima[37]. Eppure sarebbe sbagliato dire che le opere realizzate in Francia, fino al disastro del 1870, siano state costruite alla stessa maniera di Vauban: si riscontra, al contrario, una certa attenzione alla risoluzione di alcune delle criticità riportate da Carnot e Montalambert, ma senza mai discostarsi dalla traccia bastionata. Un'idea ricorrente era quella di chiudere il fossato della mezzaluna attraverso un terrapieno trasversale, per evitare che un batteria di breccia sullo spalto potesse colpire di rimbalzo il bastione. Quest'idea comparve nella traccia di Dufour e successivamente di Noizet. In altri casi, il rivellino venne completamente separato dal corpo principale, andando a formare un vero forte distaccato - come nella cittadella di Alessandria, dove si ritrova anche una traversa di collegamento tra la tenaglia e la mezzaluna per impedire il tiro di rimbalzo lungo il fossato[38]-.

La traccia di Noizet (***fig. III.1***), insegnata alla scuola di Metz dal 1822, impiegava la traversa nel fossato della mezzaluna sia per proteggere i fianchi dei bastioni dal tiro di rimbalzo, sia per creare un collegamento sicuro e coperto tra la piazza d'armi rientrante con quella della mezzaluna, andando effettivamente a risolvere uno dei problemi già evidenziati da Montalambert. Tuttavia, questo camminamento era protetto da una semplice caponiera scoperta, che sarebbe potuta essere facilmente neutralizzata. L'introduzione di caponiere alla Montalambert e casematte, infatti, avrebbe contaminato la purezza del sistema bastionato, che Noizet intendeva preservare.

La traccia di Haxo (***fig. III.2***), del 1826, introdusse alcuni cambiamenti importanti, in particolare le casematte su più livelli, ma non fu mai realmente applicata. Al di là della complessa conformazione di tutte le opere intorno alla mezzaluna, sulle quali non sembra particolarmente utile soffermarsi vista la natura puramente teorica del sistema, è interessante l'utilizzo di una caponiera casamattata, posizionata nella gola, chiaramente ispirata a quella di Montalambert. Sembrerebbe dunque il ponte tra il sistema bastionato e la traccia tedesca, ma non può essere considerato tipico della scuola francese, dal momento che rimase a livello ipotetico[39].

Anche la traccia di Choumara (***fig. III.3***) rimase solo sulla carta, concepita seguendo fedelmente gli stessi principi di Vauban, ma sviluppando immensamente le opere esterne, tanto che la distanza tra il ramparo e la strada coperta raggiunse quasi seicento metri[40]. Il parapetto dei bastioni non seguiva lo stesso profilo della scarpa - una soluzione che effettivamente troverà impiego più avanti -, assumendo forme diverse a seconda della funzione a cui era destinato. La portata dei moschetti non era più considerata come la misura di base su cui fondare le dimensioni del fronte bastionato, il quale poté così arrivare a cinquecento metri, garantendo a ogni bastione facce e fianchi più lunghi e spazio sufficiente per trinceramenti interni. Questo sistema, però, non si prestava laddove la dimensione dei fronti era necessariamente ridotta, come a Parigi e Lione, dove le dimensioni erano dettate dal terreno e fronti più grandi avrebbero comportato lo spostamento della base dei forti da posizioni dominanti alle pendici collinari. Completò il quadro delle innovazioni in-

32 Il tema sembra essere oggetto di scarsa attenzione nella letteratura contemporanea, per cui le fonti consultate per la stesura di questo capitolo consistono prevalentemente in pubblicazioni dell'epoca provenienti dagli ambienti militari, in particolare del Genio, che per forza di cose si interessarono estensivamente all'argomento.

33 M. Borgatti, pp. 78-79

34 R. Delafield, *Report on the art of war in Europe in 1854, 1855 and 1856*, George W. Bowman Printer, Washington, 1860, p. 197

35 M. Borgatti, p. 92

36 A. Brialmont, *Études sur la défense des états et sur la fortification, Tome I*, E. Guyot, Bruxelles, 1863, pp. LXIV-LXV

37 *Ivi*, p. II

38 B. Mandrogno, *Cittadella di Alessandria, 1846. Massima espansione delle fortificazioni*, Biblioteca Reale di Torino, O.XIII, Tav. 1

39 R. Delafield, pp. 176-188

40 J. Fergusson, *An essay on a proposed new system of fortification: with hints for its application to our national defences*, John Weale, Londra, 1849, p. 15

trodotte in Francia da Choumara l'integrazione fabbricati militari, come le caserme, nel sistema difensivo, in funzione di ridotte, una scelta da considerarsi formalmente estranea alla scuola francese, ma che si ritrova spesso nei forti distaccati di Lione e più raramente in quelli di Parigi[41].

Evidenziati alcuni tra i principali sistemi teorici e non, per capire quale fosse il pensiero dominante nel Corpo del Genio francese, è utile, ai fini di questo lavoro, osservare non tanto le cinte continue erette in questo periodo, quanto l'anello dei forti distaccati.

III.I.I. Le nuove fortificazioni di Parigi

Per impedire la caduta di Parigi com'era avvenuto nel 1814, negli anni Trenta si iniziò a pianificare la costruzione di un'immensa cinta bastionata che avvolgesse la capitale, lunga 33 km e forte di ben novantacinque bastioni, che prese il nome di cinta di Thiers (***fig. III.4***), l'allora Primo Ministro. Completava il sistema difensivo un anello esterno di sedici forti distaccati, tipicamente a impianto quadrangolare o pentagonale, bastionati. Dal momento che non presentavano particolari differenze gli uni dagli altri, si prenderà a esempio Fort de l'Est (***fig. III.6***), intorno a Saint-Denis. A pianta quadrata, i parapetti poggiavano direttamente sulla scarpa lungo tutto il perimetro, eccezion fatta per la parte rivolta verso la città, dove il parapetto era arretrato per ricavare una galleria dotata di feritoie. Nella cortina dell'ingresso erano ricavate delle casematte, dunque il parapetto era nuovamente riportato avanti, sopra la scarpa. Il muro di controscarpa era assente sostituito da una semplice rampa di terra a pendenza naturale. La maggior parte dei forti a sud avevano invece un impianto pentagonale, ma i principi erano gli stessi. Rispetto alle complesse tracce descritte in precedenza, tutti i forti denotavano una certa semplicità e la quasi totale mancanza di opere esterne, al più delle piazze d'armi, ma è interessante l'integrazione di casematte e gallerie, assenti nella cinta di Thiers[42]. Il rigore geometrico fu abbandonato in favore di considerazioni pratiche, variando le dimensioni di fronti e bastioni a seconda del terreno. I salienti, da sempre la direzione principale degli attacchi, furono disposti preferibilmente su terreni bassi e umidi, per ostacolare lo scavo di trincee di avvicendamento. Se presente, il fossato della mezzaluna era chiuso da una traversa in terra e muratura preceduta da una caponiera. La cresta dello spalto era a una quota tale da coprire il muro di scarpa, impedendo teoricamente a una batteria assediante di colpirlo direttamente. La strada coperta era solcata da numerose traverse e in particolare il forte di Mont Valérian (***fig. III.11***), a sud, fu costruito su una collina così ripida che la sua sommità formava di fatto un'immensa traversa per l'intero corpo del forte. Presi singolarmente, questi forti non erano in realtà particolarmente efficaci, dal momento che presentavano quasi tutte le criticità rilevate decenni prima: i bastioni erano ancora troppo piccoli per lo scavo di trinceramenti, la mancanza di mezzelune rendeva il saliente del bastione praticamente privo di alcuna difesa e le caserme non erano concepite per la difesa ravvicinate del forte[43].

41 R. Delafield, pp. 189-193
42 *Ivi*, pp. 197-198

III.I.II. I forti di Lione

Molto diverso era, invece, il sistema avviato nel 1831 per la difesa di Lione (***fig. III.5***), dove, oltre a una cinta principale bastionata, si osserva una notevole varietà nelle forme dei forti distaccati. Le opere sulla sponda sinistra del Rodano era tipicamente di pianura, mentre quelle sulla sponda destra hanno una conformazione più simile a quella dei forti montani, condividendo l'adattamento al terreno seguito nelle opere parigine, qui estremizzato. Senza soffermarsi sui forti bastionati propriamente detti, che si distinguono per una certa flessibilità nell'impianto e nella forma dei bastioni, è interessante osservarne la ridotta interna (***fig. III.12***): si tratta di un'opera quadrangolare, con scarpa parzialmente distaccata e dotata di feritoie e perciò simile al muro di Carnot. Sul saliente, ad angolo molto ottuso, si trovava il cosiddetto definito *bastionnet* (***fig. III.14***), anche se di fatto si trattava di una caponiera casamattata di Montalambert in scala molto ridotta, e due mezzi bastionnet sui fianchi. Essi garantiva il fiancheggiamento del fossato, creato dal terrapieno principale, mentre la gola era chiusa da una caserma difensiva la cui facciata era munita feritoie. Questa ridotta, con la medesima configurazione, diventa addirittura opera a sé stante nel forte di Colombier (***fig. III.13***). Altri casi anomali erano il forte di Part Dieu, una piccola lunetta con facce e fianchi privi di rivestimento murario, fiancheggiati da bastionnet arrotondati. Ancora più semplice, il forte di Tête-d'Or: un trapezio con terrapieno privo di rivestimento[44].

Se il nuovo sistema difensivo di Parigi rappresentava un'applicazione quasi da manuale del sistema bastionato, quello di Lione presentava soluzioni che, pur originandosi dalla traccia bastionata, se ne distaccarono significativamente, talvolta discostandosi di poco dai contemporanei tedeschi e con soluzioni apparentemente estranee a alla scuola francese - l'uso delle caserme difensive a chiusura della gola, bastionnet, angoli salienti ottusi -. La curiosa natura anomala dei forti di Lione non sfuggì al maggiore Delafield, del Genio statunitense, in visita in Europa dal 1854 al 1856 per riferire sui progressi dell'arte bellica e il cui rapporto ha costituito la più preziosa fonte coeva su queste opere. Si può immaginare che il sistema bastionato puro fosse ancora considerato come lo strumento più adatto per garantire la miglior difesa possibile dei nodi più sensibili, come la capitale, e che considerazioni diverse, forse di carattere economico, abbiano fatto propendere per scelte dottrinalmente ibride per siti che, per quanto rilevanti, non avevano naturalmente lo stesso peso strategico di Parigi. Perfino la cinta principale, che nel caso della capitale è una semplice cinta bastionata, a Lione

43 *Ivi*, pp. 199-202
44 E. Maurice, *Essai sur la fortification moderne ou analyse comparée des systèmes modernes francais et allemands*, Dumaine, Parigi, 1845, pp. 42-63, A. Brialmont, *Études sur la défense des états et sur la fortification, Tome III*, E. Guyot, Bruxelles, 1863, pp. 252-255

presenta batterie coperte e in casamatta, ripari a prova di bomba e batterie in casamatta a lunga gittata[45].

Al di là dell'anomalia che rappresentò Lione, il clima ufficiale negli ambienti del Genio rimase estremamente conservatore fino a quando l'esperienza non dimostrò in modo lampante l'inadeguatezza dei principi insegnati nella scuola di Metz: nessuno degli adattamenti - che Brialmont definì senza mezzi termini *insignificanti*[46] - avrebbe risolto il problema alla radice del sistema bastionato. Ancora nel 1866, ormai a pochi anni dalla disastro contro la Prussia, gli ufficiali francesi pubblicavano opere e articoli in cui tentavano di screditare il sistema poligonale derivato da quello di Montalambert nei modi più disparati, dall'accusa di essere nato puramente da un sentimento anti-francese all'essere stato concepito da *militari da scrivania*[47].

III.II. Teorie francesi, pratica prussiana: l'attuazione della fortificazione perpendicolare sui nuovi confini tedeschi dopo il 1815

La fine delle guerre napoleoniche nel 1815 rese imperativa la stabilizzazione dei confini degli stati tedeschi, in particolare quello prussiano, attraverso la costruzione di un nuovo sistema difensivo[48]. Messo a punto appositamente per bloccare le grandi manovre di tipo napoleonico, si rifaceva ampiamente alle teorie di Carnot, ma soprattutto di Montalambert, giunte nel mondo germanico già nel 1788 grazie alla traduzione di un ufficiale prussiano per istruire gli ufficiali sotto il suo comando[49]. La traccia scelta fu quella a tenaglia, adattata per compensare ad alcune costose stravaganze e incentrata non su elaborate opere esterne - le cinte principali, seppur presenti, erano anzi piuttosto semplici, con ampi tratti rettilinei, lunghi rampari per massimizzare l'azione frontale a discapito di quella di fiancheggiamento, e obici in casamatta per offrire fuoco di supporto -, quanto sulla massimizzazione delle opportunità offerte dal terreno. La fortificazione doveva innanzitutto costituire uno spazio di manovra per un grande esercito, con teste di ponte sicure e accampamenti fortificati. Per sottrarre, nei limiti del possibile, ogni parte al tiro dell'assediante si ricorse ampiamente a casamatte, traverse a prova di bomba, batterie coperte e gallerie. L'ampliamento della piazzaforte e la sua trasformazione in campo trincerato portarono a una perdita d'importanza delle opere esterne a favore di quelle distaccate. Inizialmente posizionate a breve distanza dalla cinta, al fine di facilitare le azioni offensive, più tardi iniziarono a essere disposte a una distanza di almeno 2 km, per sottrarre l'abitato al bombardamento[50].

Rispetto ai teorici francesi, sembra che poco sia stato pubblicato dalle loro controparti tedesche, ed è perciò necessario analizzare queste opere attraverso gli occhi degli osservatori stranieri dell'epoca, i quali non mancano di sottolineare una notevole varietà di configurazioni e combinazioni, a dispetto dei principi comuni[51].

L'esempio migliore degli albori della scuola neo-tedesca fu senza dubbio il campo trincerato di Coblenza (***fig. III.19***) - che secondo Brialmont non poteva che valere elogi agli ingegneri tedeschi[52] -, progettato da von Astor nel 1816 e descritto in quasi tutte le opere sulla fortificazione pubblicate in questo periodo[53]. Di forma triangolare, la cinta principale era composta da cinque fronti con caponiere casamattate - che da questo momento saranno chiamate per brevità semplicemente caponiere, dal momento che non se ne incontreranno più della tipologia scoperta descritto da Francesco di Giorgio Martini - coperte da una mezzaluna, muri alla Carnot e spalto invertito, senza alcuna opera esterna. Una cintura di forti distaccati avrebbe sbarrato l'avvicinamento alla città. Il più interessante per la strettissima somiglianza con un progetto di Montalambert (***fig. II.10***) è Fort Alexander (***fig. III.20***): a pianta quadrata, presentava su tre lati una caponiera di fiancheggiamento distaccata dalla cortina, la cui parte centrale è leggermente arretrata ricavando due fianchi - simili a quelli di un bastione - con casematte. Il quarto lato presentava una rielaborazione delle torri angolari di Montalambert in forma di caserma circolare, anch'essa casamattata, agente da ridotta per il forte. Sulla riva destra della Mosella erano invece disposti sette fortini a lunetta destinati a difendersi reciprocamente, sempre dotati di una ridotta casamattata sul fronte di gola[54].

Nelle piazzeforti tedesche in generale, i forti distaccati presentavano uno schema poligonale definito in relazione al terreno, ma la forma scelta era tipicamente quella a lunetta (***fig. III.15-16***). Il muro di scarpa poteva assumere tre tipologie: muri pieni di semplice sostegno al terreno, rivestimenti con archi di scarico, con la possibilità di ricavarvi posteriormente una galleria per artiglieria o moschetti, oppure muri parzialmente o completamente distaccati dal terrapieno, nel qual caso si veniva a formare un sentiero di ronda. In caso di scarpe parzialmente distaccate - ovvero solo la sommità non sosteneva il terreno - la galleria con feritoie poteva essere disposta solo nella parte distaccata tra il muro e il parapetto, oppure svilupparsi su due livelli.

Nonostante la scarpa distaccata fosse maggiormente esposta al fuoco di infilata e riducesse lo spazio interno, richiedendo una maggiore profondità del ramparo,

45 R. Delafield, pp. 198, 202-206
46 *Ivi*, pp. 11-13
47 A. Brialmont, *Traité de fortification polygonale, Tome I*, Dumaine, Parigi, 1869, pp. 22-30
48 I. Hogg, p. 139; J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, *The Forts and Fortifications of Europe 1815-1945: The Central States, Germany, Austria-Hungary and Czechoslovakia*, Pen & Sword Books, Barnsley 2014, p. 29
49 C. Duffy, p. 163
50 M. von Brunner, *Leitfaden für den Unterricht in der beständigen Befestigung*, Verlag von L. W. Seidel & Sohn, Vienna, 1896, pp. 191-19; M. Borgatti, pp. 86-90
51 R. Delafield, pp. 207
52 A. Brialmont, *Études sur la ..., Tome III*, pp. 222
53 J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, p. 30
54 A. Brialmont, *Études sur la ..., Tome III*, pp. 219-221; J. Mercur, *Permanent fortifications*, John Wiley & Sons, New York, 1894, pp. 88-93

era spesso adottata anche in quanto più economica. La controscarpa, invece, poteva disporre di un semplice rivestimento murario o di un galleria difensiva.

A chiusura del fronte di gola era di norma posizionata una caserma casamattata (***fig. III.17***), su due o tre livelli, che poteva essere composta da due maniche, una interna con le camerate per la guarnigione, dotate di feritoie rivolte verso la gola, e una esterna, rivolta verso la piazza, in cui disporre l'artiglieria. Vista la sua funzione, il muro in cui vengono aperte le feritoie dei cannoni ha uno spessore di 2,5 metri, mentre le volte a prova di bomba mantengono lo spessore di circa 90 cm. Sulla copertura era di norma presente un parapetto in terra, da cui una batteria in barbetta era in grado di difendere dell'interno della piazza. Per defilarla, l'altezza della caserma era sempre determinata in relazione a quella della cresta del ramparo: l'estradosso delle volte dell'ultimo livello doveva essere almeno un metro più in basso. La caserma era circondata da un proprio fossato, difeso dalle feritoie del piano interrato e da piccole caponiere[55]. La parte rimanente del fronte di gola, non occupata dalla caserma, è chiusa da un semplice muro merlato[56].

Il fiancheggiamento del fossato era sempre affidato a gallerie nel controscarpa o più spesso a caponiere (***fig. III.18***). Queste erano di norma costituite da due facce - la nomenclatura è la medesima dei bastioni - con feritoie per moschetti a formare un saliente, due fianchi con batterie casamattate e talvolta una corte interna scoperta.[57] Le camere delle facce e dei fianchi potevano essere separate da una galleria che conduceva a camere per mortai. Nel caso la caponiera fosse su più livelli, solo quello superiore sarebbe stato destinato anche all'artiglieria e di volte a prova di bomba, con aperture per la ventilazione, anche nel muro frontale sotto all'estradosso degli archi. Le facce della caponiera sono separate dai fianchi da due livelli di gallerie cui seguono due camere per mortai. Le caponiere potevano anche essere di piccole dimensioni e con feritoie per moschetti.

Esattamente sul saliente potevano essere allestite delle casematte a prova di bomba per una batteria di mortai con il compito di colpire gli assedianti sullo spalto. Altre strutture simili potevano trovarsi anche lungo le facce, tipicamente su due livelli di cui quello superiore per il servizio dei mortai e quello inferiore come riparo. Le singole camere potevano essere aperte a entrambe le estremità, per permettere la fuoriuscita dei fumi e diminuire l'effetto della concussione sulla muratura, oppure essere tamponata solo sul retro, premurandosi comunque di lasciare almeno con un'apertura al di sotto dell'arco. Un piccolo fossato è posizionato di fronte, e un muro di poco meno di un metro di altezza chiude l'apertura frontale per schermare da possibili esplosioni nel fossato.

55 R. Delafield, pp. 209-215

56 A. Mangin, *Mémoire sur la fortification polygonale construite en Allemagne depuis 1815*, Dumaine, Parigi, 1851, p.106

57 Data la grande varietà di forti distaccati costruiti in questo periodo in Germania sarebbe impossibile fare una descrizione valida per tutti. Per esempio, riguardo alle caponiere, se ne potevano anche incontrare senza corte interna e senza saliente, ma con una sorta di testa arrotondata.

Lungo il ramparo erano solitamente disposte delle traverse, anche se in numero piuttosto ridotto, con funzione doppia: contenere gli effetti del tiro di rimbalzo e ospitare piccole batterie in casamatta, con volte a prova di bomba coperte da una massa coprente in terra di circa due metri.

I collegamenti interni - alle gallerie di scarpa, alle caponiere del fossato e altri elementi esterni - avvenivano tramite gallerie sotterranee, preferibilmente convergenti verso la caserma difensiva.

Le dimensioni dei forti variavano sensibilmente a seconda del ruolo, spaziando dai fronti di cinquecento metri di Fort Alexander, con la sua caponiera per settanta cannoni, alle piccole lunette di Colonia da sessanta metri per lato e un parco di artiglieria di soli quindici pezzi[58].

In alcuni campi trincerati pussiani successivi, verso gli anni Sessanta, i forti (***fig. III.30-31***) distaccati andarono a correggere alcuni problemi caratteristici delle lunette iniziali: caponiere, ridotta e muro di gola potevano facilmente essere colpite dal tiro curvo. Il risultato furono lunette appiattite, in cui le caponiere era protette probabilmente dalla controscarpa e la ridotta protetta massa del ramparo o da un apposito spalto interno. Secondo Brialmont la seconda configurazione sarebbe stata preferibile, in quanto avrebbe permesso di mantenere la ridotta sulla gola e di fiancheggiarla, oltre a mantenere libero lo spazio nella corte centrale[59].

L'estrema varietà manifestata dai forti distaccati tedeschi rende impossibile descriverli in maniera esaustiva in così poche righe e si rimanda all'apparato iconografico per comprenderne il vasto assortimento di forme che assunsero, tenendo a mente che quanto scritto finora è una descrizione di massima[60] e non deve sorprendere che nei singoli casi si riscontrino delle differenze - diversa configurazione delle caponiere, delle caserme, o addirittura la mancanza di alcuni elementi -. Quello che è importante che emerga è quanto le teorie di Montalambert e Carnot abbiano impattato le i principi alla base di queste opere: caponiere casamattate, caserme circolari di gola, spalti invertiti, batterie di mortai sono tutte attuazioni pratiche, anche se in forme che spesso si discostano da quelle proposte dai teorici francesi, dei principi trattati nel capitolo precedente.

58 *Ivi*, p.107; J. Mercur, pp. 77-85

59 A. Brialmont, *Études sur la ..., Tome III*, 1863, pp. 218-219

60 La letteratura d'epoca consultata, per giunta, sembra essersi interessata particolarmente a un preciso tipo di lunetta riscontrabile a Colonia, che venne presa a modello da Mercur e Mangin, mentre Brialmont la definì uno degli esemplari meglio riusciti.

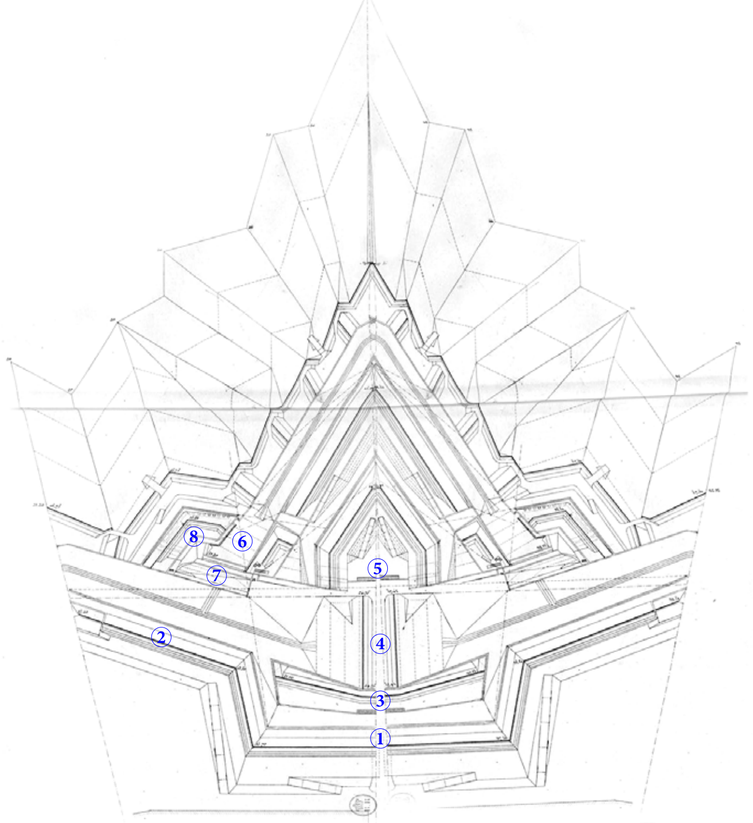


Figura III.1 *// Traccia di Noizet - Da Maurice, 1845*

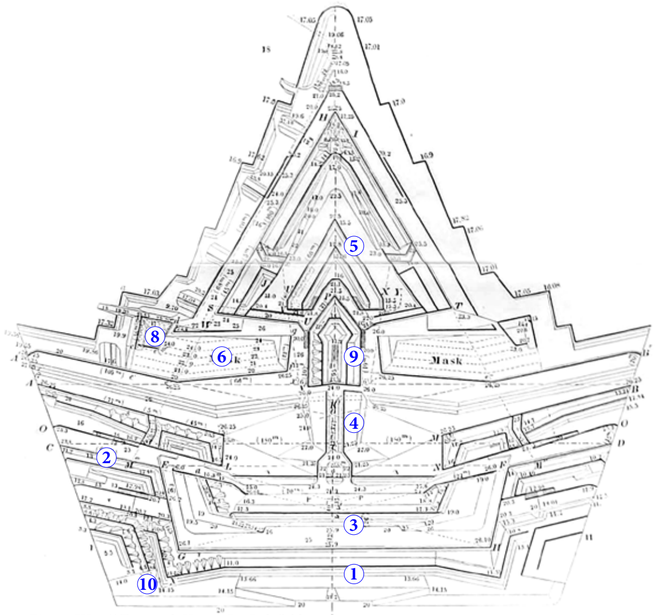


Figura III.2 *// Traccia di Haxo - Da Delafield, 1860*

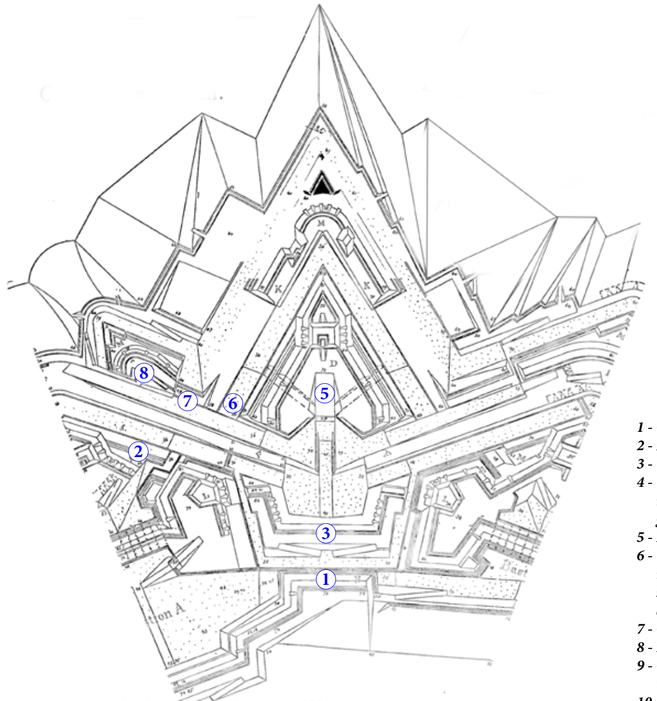


Figura III.3 *// Traccia di Choumara - Da Mercur, 1894*

1 *- Cortina*
2 *- Bastione*
3 *- Tenaglia*
4 *- Traversa di collegamento tra la tenaglia e la mezzaluna*
5 *- Mezzaluna*
6 *- Traversa di collegamento tra la mezzaluna e la piazza d'armi*
7 *- Caponiera scoperta*
8 *- Piazza d'armi*
9 *- Caponiera casamattata*
10 *- Casematte*

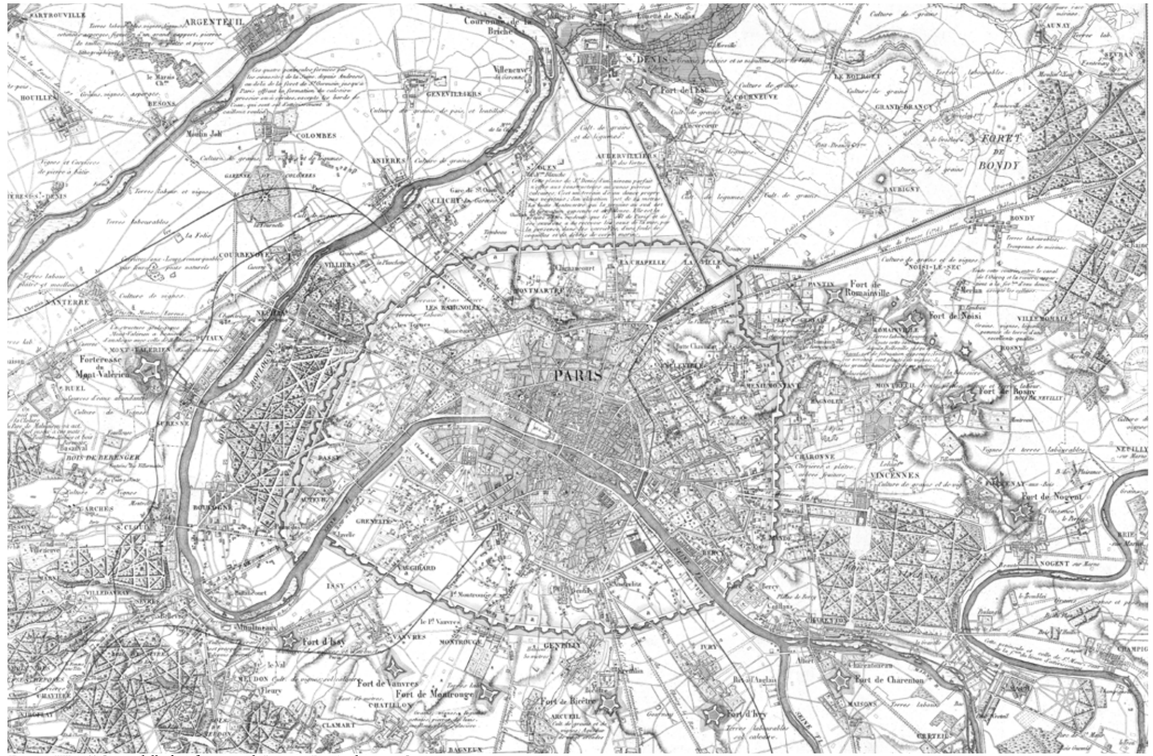


Figura III.4 *// Carta delle fortificazioni di Parigi - Da Andriveau-Goujon, 1841*

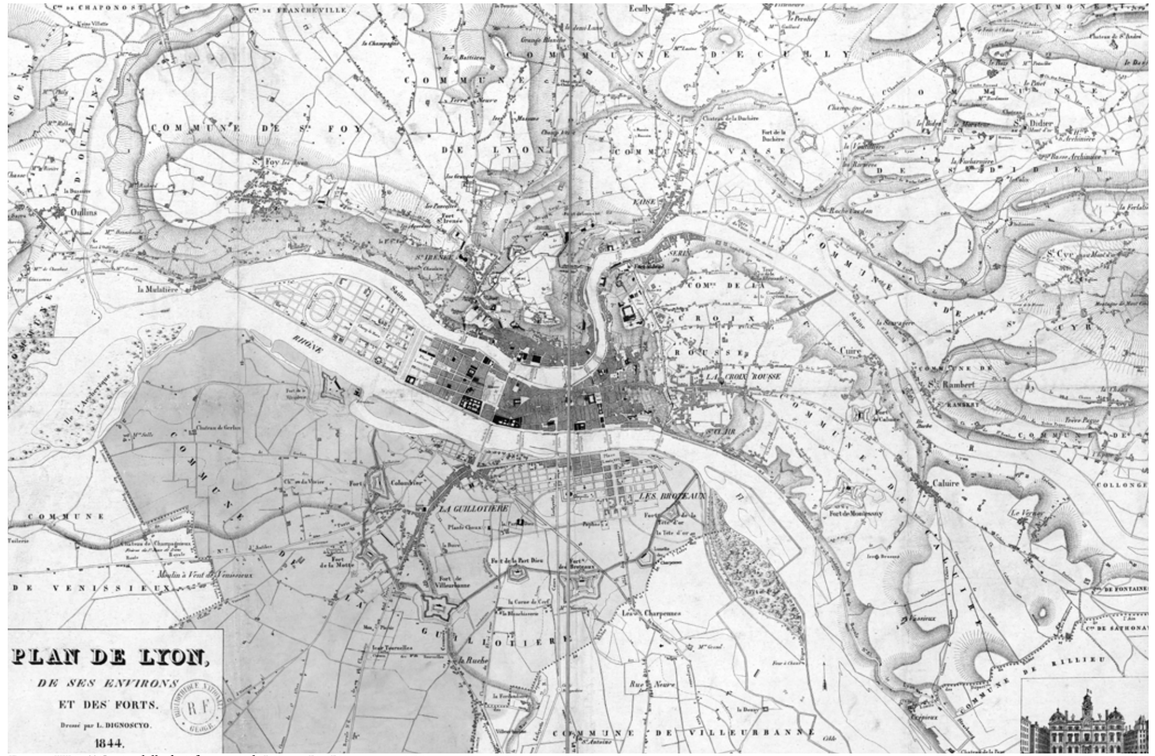


Figura III.5 *// Carta delle fortificazioni di Lione - Da Dignoscyo, 1844*



Figura III.6 *// Fort de l'Est, Parigi - Da Marquis.fr*



Figura III.7 *// Fort de Vanves, Parigi - Da Marquis.fr*



Figura III.8 *// Fort de Rosny, Parigi - Da Marquis.fr*



Figura III.9 *// Fort d'Ivry, Parigi - Da Marquis.fr*



Figura III.10 *// Fort de Bicetre, Parigi - Da Marquis.fr*



Figura III.11 *// Fort du Mont Valerien, Parigi - Da Marquis.fr*

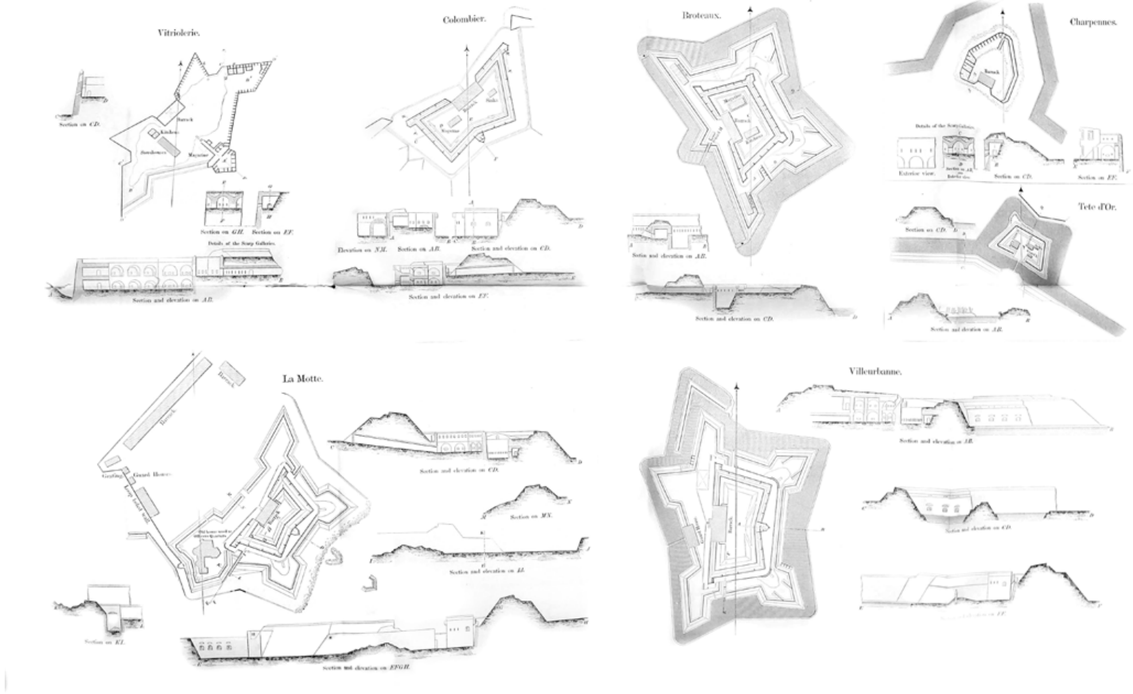
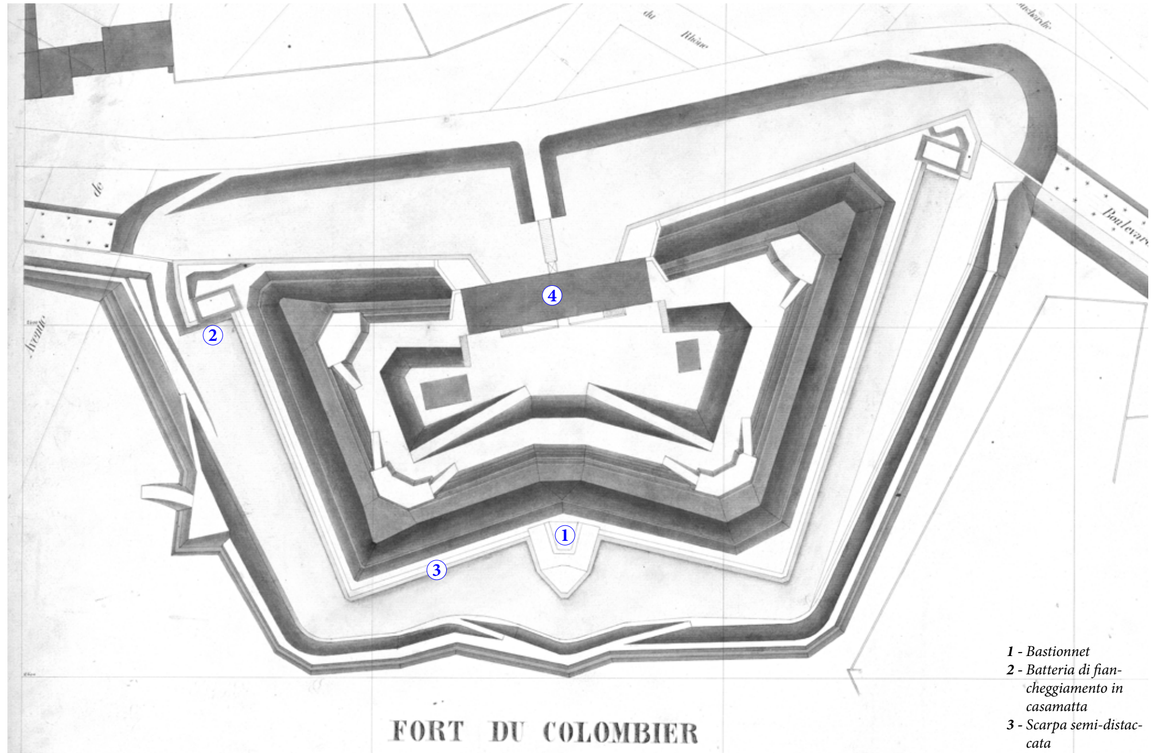


Figura III.12 *// Catalogo di alcuni forti di Lione- Da Delafield, 1860*



1 - Bastionnet
2 - Batteria di fiancheggiamento in casamatta
3 - Scarpa semi-distaccata
4 - Caserma-ridotta

***Figura III.13** // Fort du Colombier, Lione - Da Archives Municipale de Lyon, AC/2/NP/808*

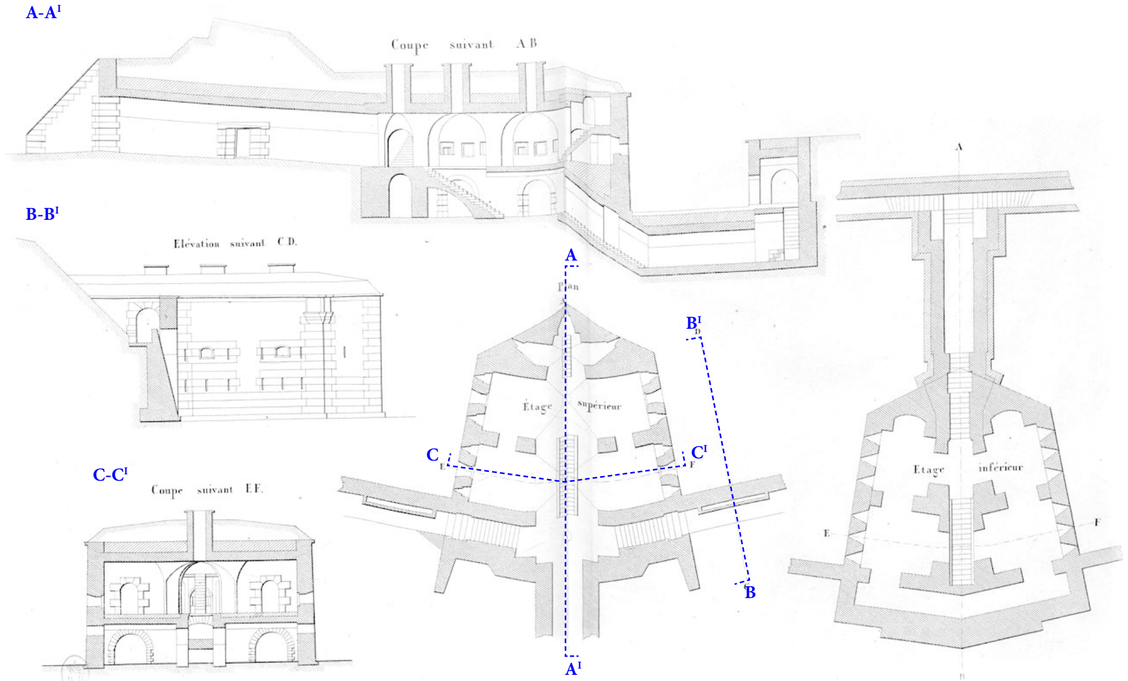
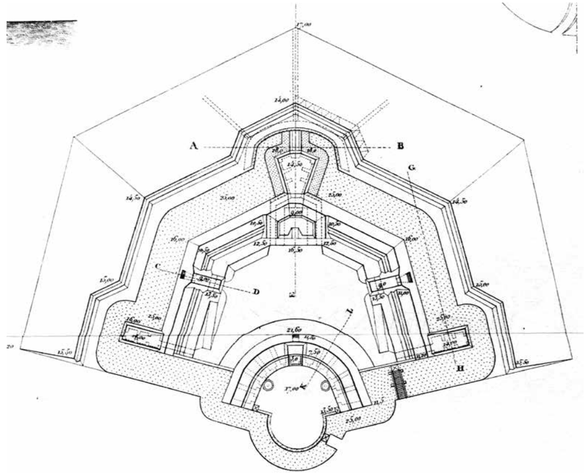


***Figura III.14** // Piante e sezioni di un bastionnet - Da Maurice, 1845*



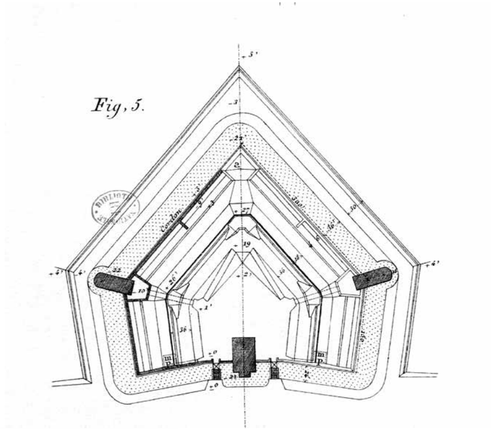
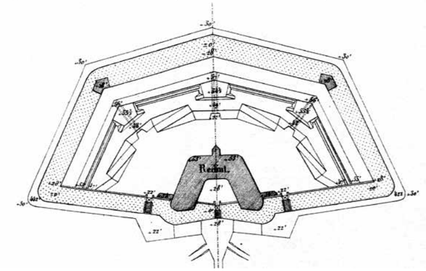
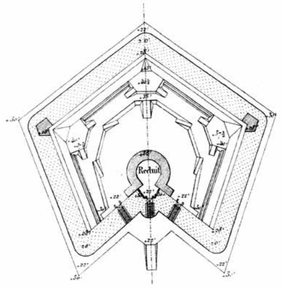


Figura III.15 // *Forte distaccato a lunetta, Colonia - Da Brialmont, 1863*





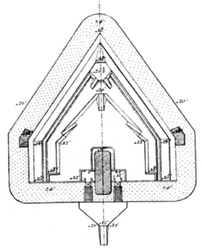


Figura III.16 // *Diverse configurazioni di forti distaccati tedeschi - Da Brialmont, 1863*

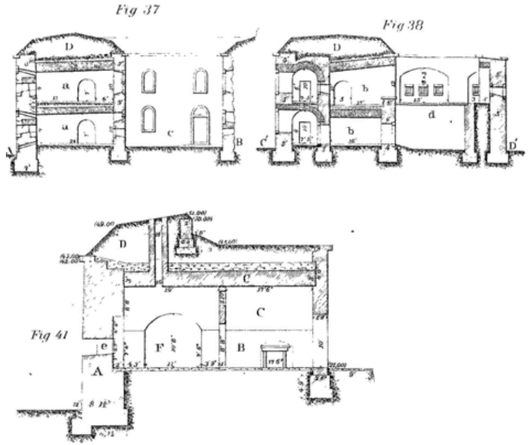


Figura III.17 // *Piante e sezioni della caserma-ridotta - Da Mercur, 1894*

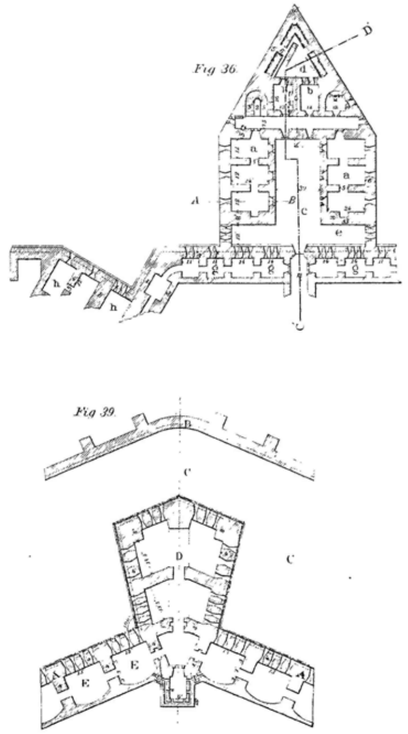


Figura III.18 // *Pianta di alcune configurazioni di caponiere - Da Mercur, 1894*

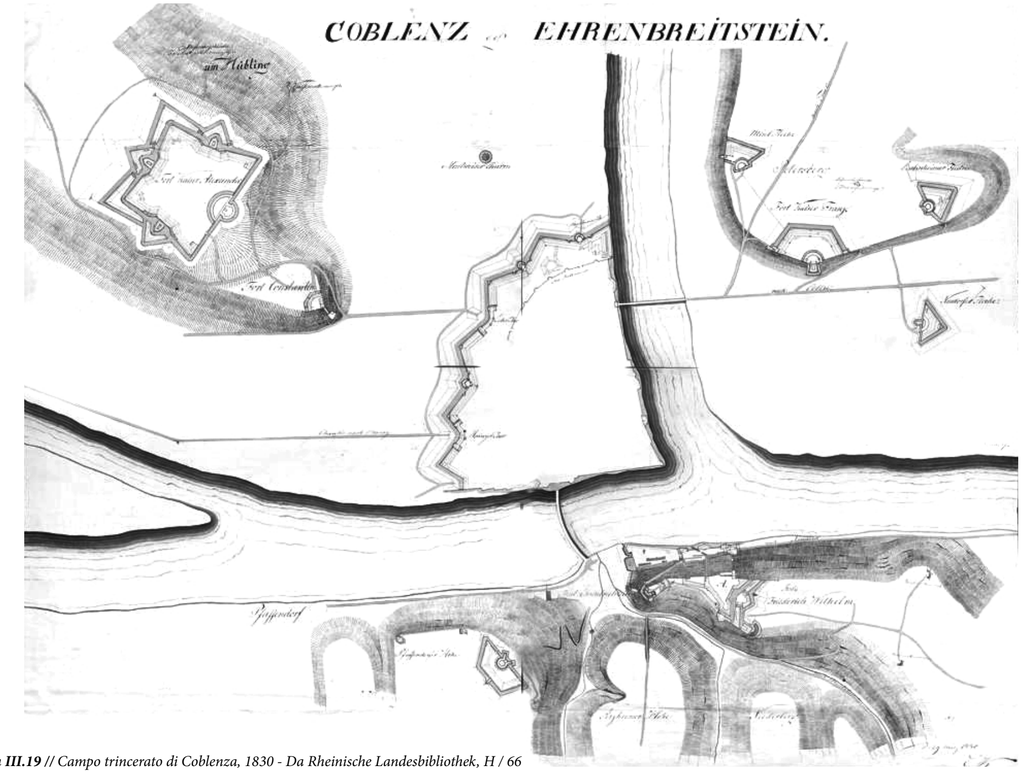


Figura III.19 *// Campo trincerato di Coblenza, 1830 - Da Rheinische Landesbibliothek, H / 66*

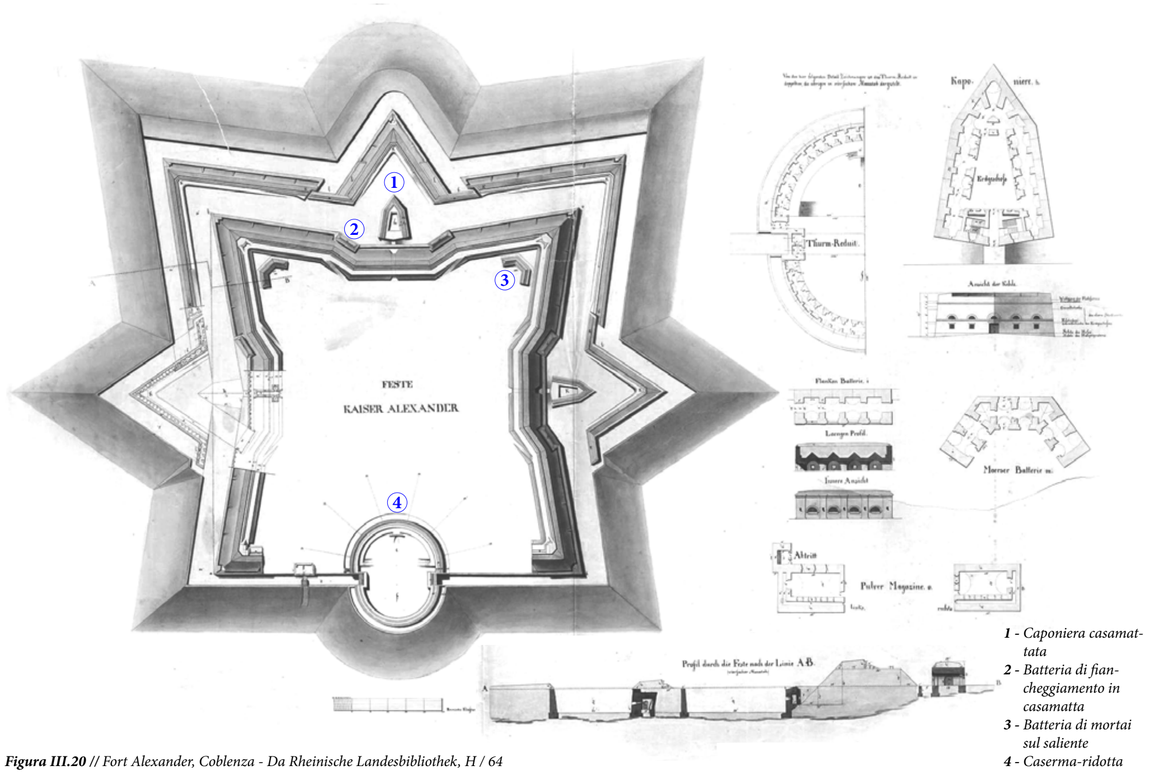


Figura III.20 *// Fort Alexander, Coblenza - Da Rheinische Landesbibliothek, H / 64*

1 *- Caponiera casamattata*
2 *- Batteria di fiancheggiamento in casamatta*
3 *- Batteria di mortai sul saliente*
4 *- Caserma-ridotta*

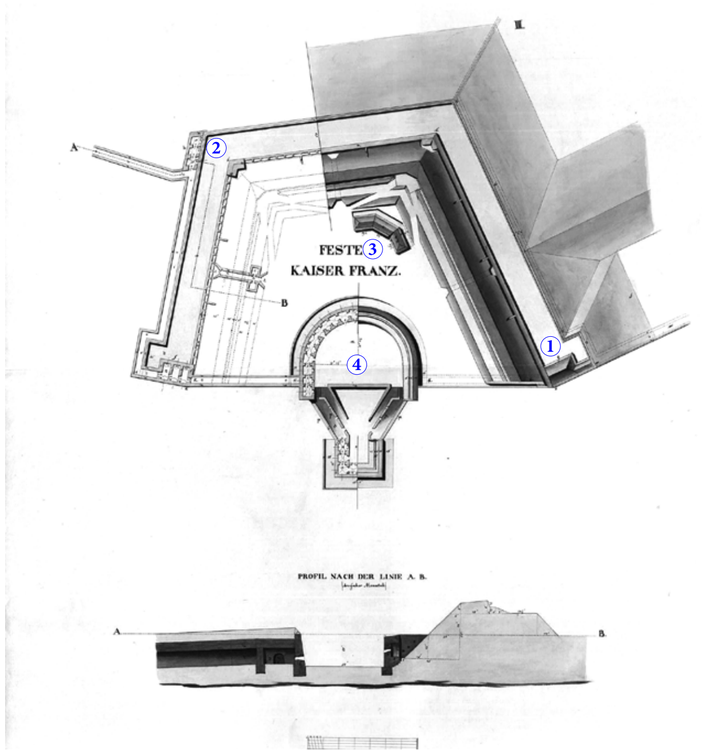


Figura III.21 *// Fort Franz, Coblenza - Da Rheinische Landesbibliothek, H / 63*

1 *- Caponiera casamattata*
2 *- Galleria di controscarpa*
3 *- Batteria di mortai sul saliente*
4 *- Caserma-ridotta*



Figura III.22 *// Campo trincerato di Königsberg, 1846 - GStA XI. HA, FPK, B, Nr. 70025*

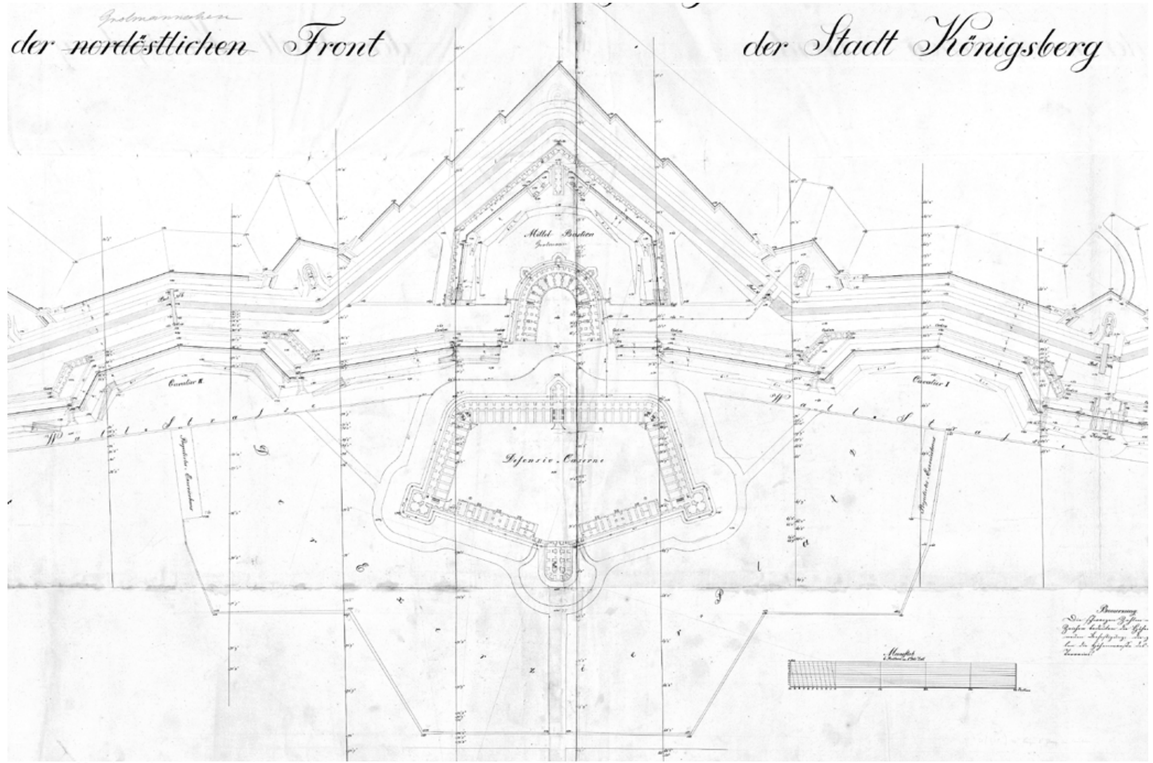


Figura III.23 *// Dettaglio del settore nord-est, Königsberg - Da GStA XI. HA, FPK, A, Nr. 70105*

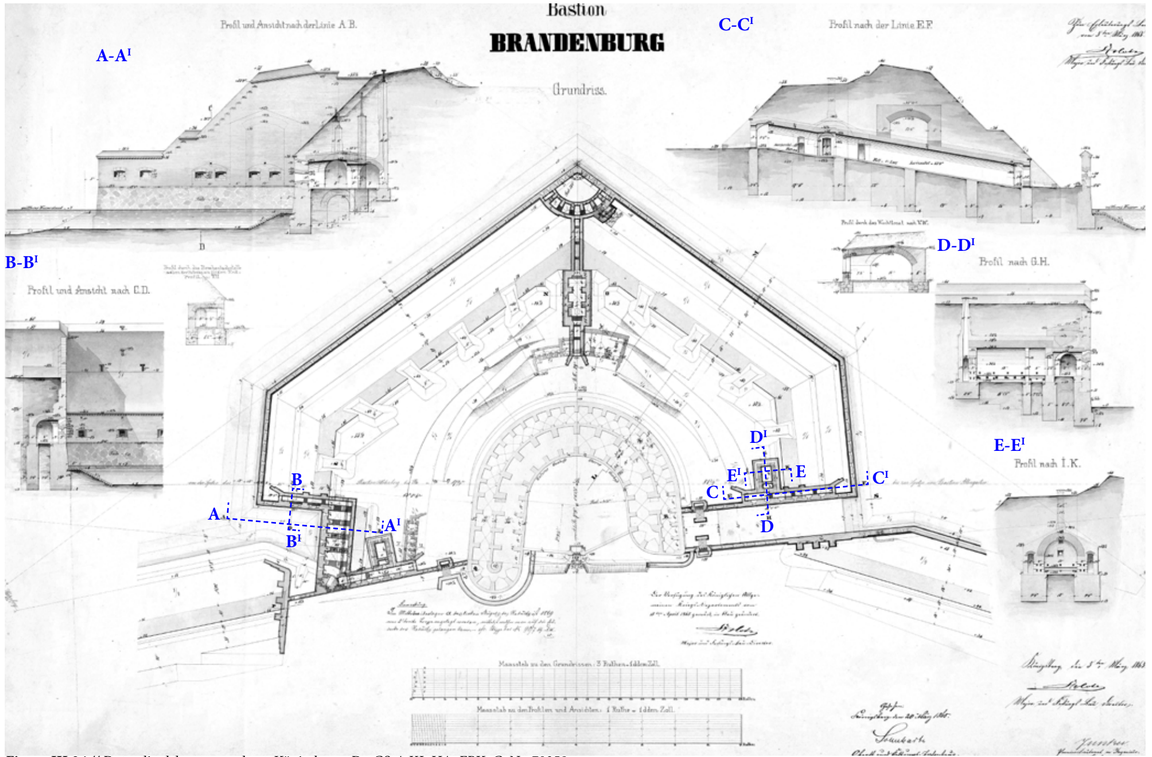


Figura III.24 *// Dettaglio del settore sud-est, Königsberg - Da GStA XI. HA, FPK, C, Nr. 70359*

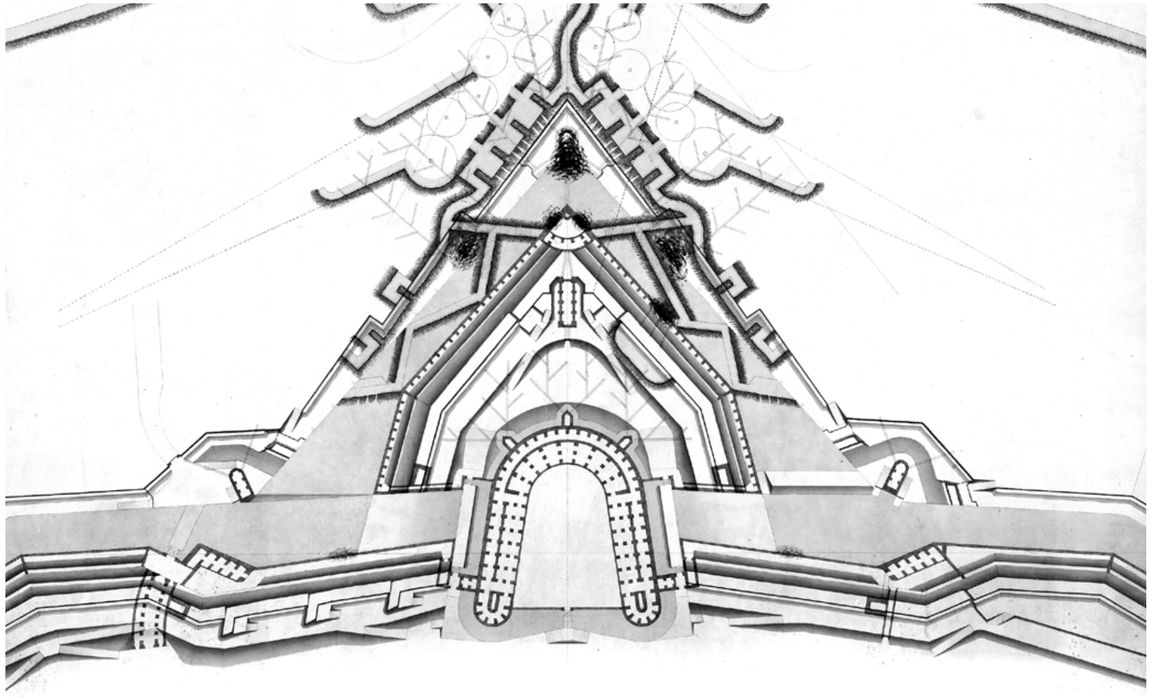


Figura III.25 *// Saliente del campo trincerato di Posen, 1845- Da GStA XI. HA, FPK, E, Nr. 71654*

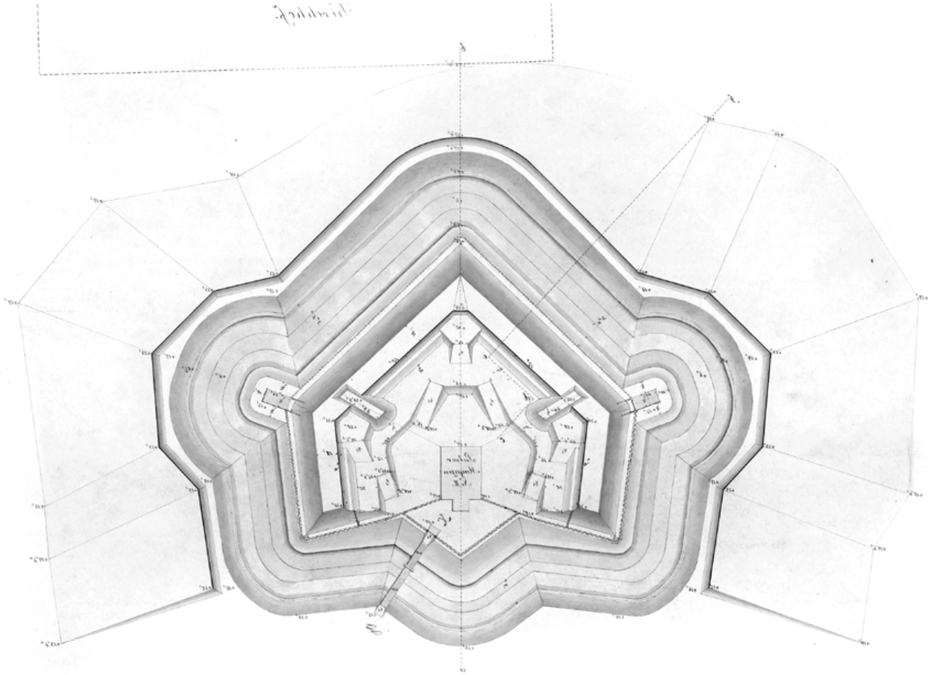


Figura III.26 *// Forte distaccato a lunetta, Posen, 1858- Da GStA XI. HA, FPK, C, Nr. 70225*

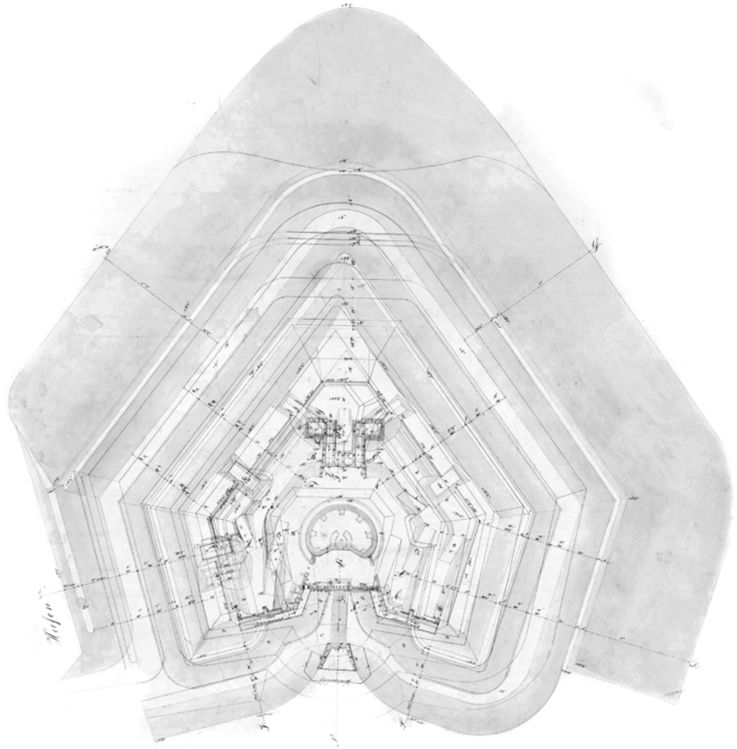


Figura III.28 *// Forte distaccato a lunetta, Pillau, 1858- Da GStA XI. HA, FPK, C, Nr. 70231*

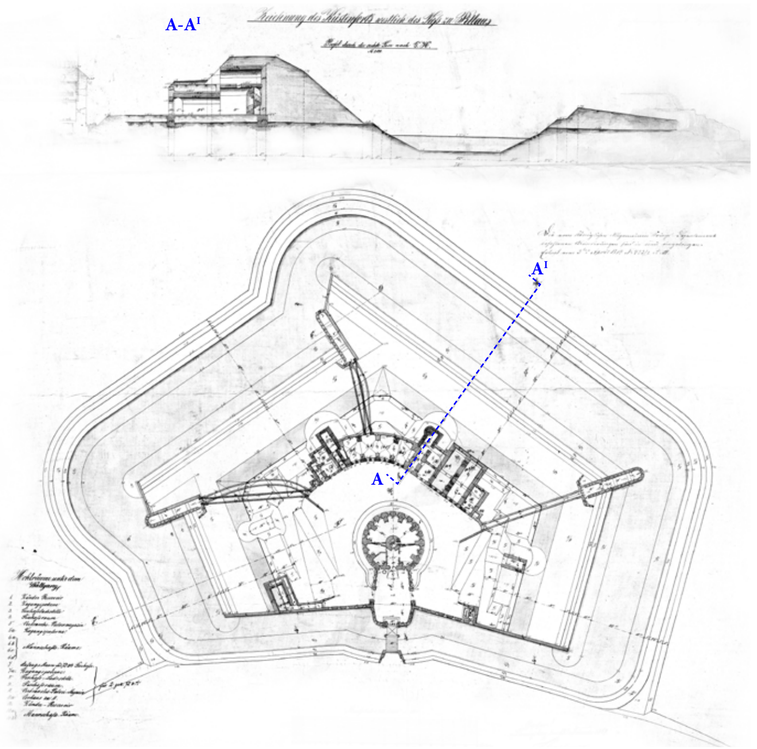


Figura III.29 *// Forte distaccato a lunetta, Pillau, 1868- Da GStA XI. HA, FPK, B, Nr. 70023*

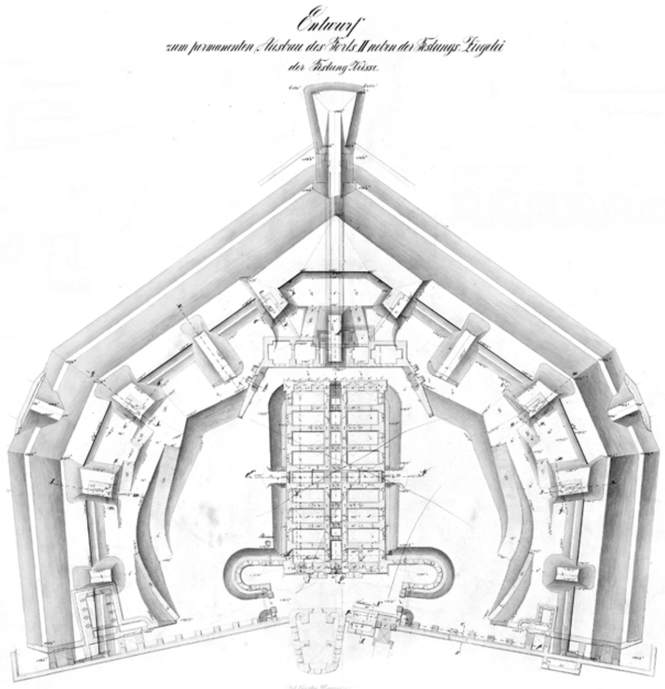


Figura III.30 *// Forte distaccato a lunetta, Neiße , 1869 - Da GStA XI. HA, FPK, C, Nr. 70837*

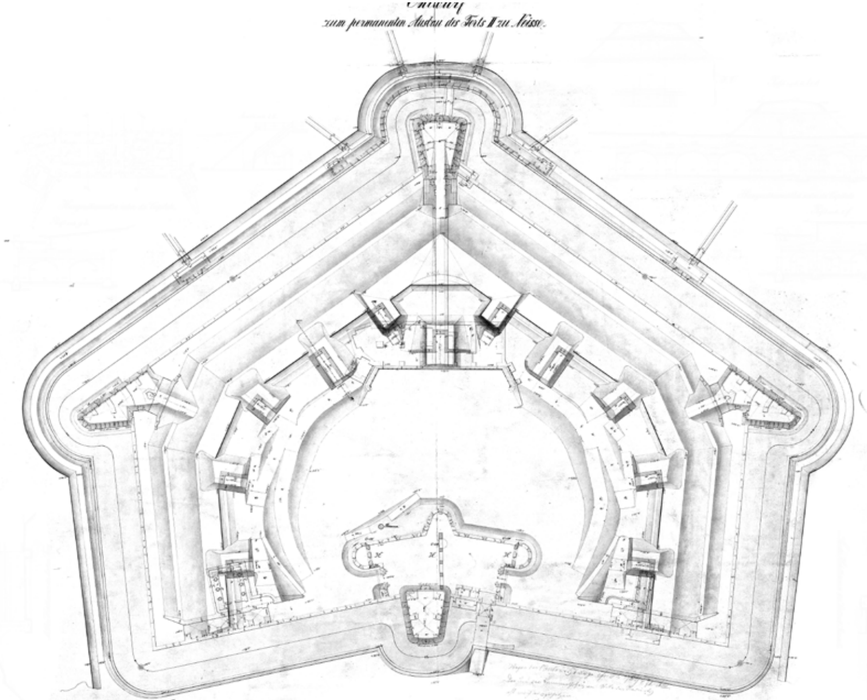


Figura III.31 *// Forte distaccato a lunetta, Neiße , 1869- Da GStA XI. HA, FPK, B, Nr. 70203*

L'introduzione dell'artiglieria rigata, il perfezionamento delle granate scoppianti e shrapnel e ai progressi metallurgici, che sostituirono al bronzo il ferro battuto e l'acciaio, mutarono nuovamente il rapporto tra offesa e difesa. I miglioramenti in termini di precisione, gittata e potenza distruttiva dei pezzi d'artiglieria e una serie di prove sperimentali condotte a metà secolo, insieme ad alcuni assedi minori, smentì progressivamente i principi su cui si fondavano le teorie di Carnot, dimostrando la vulnerabilità delle opere anche quando nascoste alla vista. La conferma più drammatica di questa inadeguatezza giunse con la guerra franco-prussiana del 1870, quando i forti distaccati di Parigi, sottoposti al tiro da grande distanza delle artiglierie prussiane, dimostrarono quanto i difetti individuati dai critici francesi fossero fondati, come denunciò con lucidità Viollet-le-Duc. Nel suo Mémoire sur la défense de Paris, egli indicò alcuni principi per le future fortificazioni, ispirandosi alle contemporanee realizzazioni europee. Su medesimi principi fu basato il sistema Séré de Rivières, una nuova barriera difensiva nazionale fondata su forti a traccia poligonale, difesi da caponiere doppie e singole, e un'estesa dotazione di traverse. Parallelamente, in Germania, il generale Alexis von Biehler elaborò un modello standard di forte distaccato, limitandosi a modificare lo schema a lunetta poligonale già diffuso in Germania all'era dell'artiglieria rigata attraverso un minor sviluppo in profondità, fossati più stretti e profondi, parapetti ispessiti, caponiere più piccole e defilate. Le opere francesi e tedesche di questo periodo, pur mantenendo alcune differenze di dettaglio, mostrarono dunque una notevole convergenza evolutiva, a dimostrazione di come i nuovi mezzi d'offesa avessero ormai imposto linguaggio comune alle fortificazioni europee.

IV. Il secondo periodo della fortificazione permanente contemporanea

IV.I. L'avvento dell'artiglieria rigata e delle granate scoppianti

A dare una scossa definitiva al dibattito sulla giusta maniera di fortificare fu la comparsa dell'artiglieria rigata, con il conseguente miglioramento della precisione e della gittata. Se nelle armi a canna liscia la forma della munizione era limitata a una sfera, la capacità della rigatura di imprimere una rotazione assiale al proietto, e quindi di stabilizzarlo giroscopicamente, permise di adottare forme ogivali, più aerodinamiche e tendenti a seguire meglio la traiettoria teorica[61]. La stabilizzazione permetteva l'installazione di spolette in testa al proietto per farlo detonare nel punto e al momento desiderato: le granate scoppianti potevano penetrare a fondo nella muratura o nella pietra, prima di provocare effetti simili a quelli di una mina; le granate shrapnel, invece, erano concepite per scoppiare a mezz'aria e colpire uomini e materiali anche a grande distanza. Tutti questi elementi, unitamente alla maggiore rapidità di tiro resa possibile dall'introduzione del caricamento dei cannoni dalla culatta, resero possibile colpire con grande accuratezza bersagli visibili con tiro diretto, ma soprattutto anche bersagli non visibili con tiro indiretto[62].

L'utilizzo di anime rigate era in realtà già pratica diffusa nei fucili da alcuni decenni e quando questi raggiunsero una portata addirittura superiore ai cannoni, negli anni Quaranta, fu chiaro che era giunto il momento di introdurre questa tecnologia anche nelle artiglierie. La prima adozione vera e propria si ebbe in ambito navale, quando la Francia di Napoleone III tentò di assumere una postura dominante sulla marina britannica tramite il varo di navi corazzate. Le pesanti carronate[63] allora in servizio erano in grado di perforare la corazza in ferro solo a breve distanza e farlo da lontano richiedeva una velocità e un peso della munizione piuttosto elevate, per i quali l'adozione di cannoni rigati era l'unica soluzione[64]. L'artiglieria rigata fece la sua comparsa nelle battaglie campali durante il Risorgimento, ma già nel 1854 il maggiore sardo Cavalli progettò un cannone rigato con caricamento di culatta per proietti ogivali. A una distanza di 4500 metri, questo cannone era in grado di penetrare per 3 metri nel terreno, quando un obice francese da 22 cm, a una distanza di 2000 metri, era in grado di penetrare per appena 42 cm. Ancora più impressionante è la differenza di accuratezza: un cannone da 32 libbre[65] aveva, a una distanza di circa 2000 metri, una dispersione di quasi 14 metri, il cannone di Cavalli, alla stessa distanza, di poco più di 1. L'introduzione da parte di William Armstrong di un'incamiciatura in piombo permise di garantire un'aderenza migliore del proietto alla rigatura e di raggiungere precisioni ancora maggiori. Di pari importanza furono i progressi metallurgici che permisero di abbandonare il bronzo in favore del ferro battuto e dell'acciaio, che consentivano una durevolezza mai vista prima e la capacità di sopportare pressioni nella camera di scoppio molto maggiori[66]. La produzione avveniva, principalmente, secondo due metodologie: presso la Armstrong un tubo in acciaio, corrispondente alla canna del cannone, era rivestita con anelli in ferro battuto; la Krupp, invece, realizzava i cannoni per assemblaggio di uno o più pezzi in acciaio fuso[67]. Questi processi industriali faranno assumere alle artiglierie di fine Ottocento il caratteristico aspetto grottesco. Per avere un'idea del gigantismo che caratterizzò questi anni si può considerare che il cannone più pesante che si poteva incontrare durante l'era napoleonica erano le carronate da 68 libbre - dunque il peso della palla era di circa 30 kg -. Pochi decenni più tardi, all'esposizione di Parigi del 1867, la Krupp presentò un cannone da 55 tonnellate in grado di lanciare una granata da quasi 500 kg. Se queste armi colossali non potevano che essere maneggiate con macchine a vapore e idrauliche, andando quindi esclusivamente a vantaggio della difesa - almeno per ora -, il parallelo miglioramento, sotto ogni punto di vista, delle artiglierie di dimensioni più ragionevoli sollevò, comprensibilmente, alcuni dubbi riguardo alla resistenza delle fortificazioni contemporanee. Questi progressi ebbero però anche delle interessanti implicazioni nella loro costruzione: la retrocarica, combinata all'utilizzo di affusti in grado di assorbire il rinculo dello sparo, permise di convertire in batterie casamattate gallerie o vani altrimenti troppo stretti per cannoni che sarebbero arretrati, per effetto del rinculo, di alcuni metri. Dal momento poi che la volata non rientrava quasi mai dalla feritoia, all'interno delle casematte si accumulava molto meno fumo. Altre innovazioni, di rilevanza minore, avrebbero potuto potenziare le difese: già nel 1863 Brialmont riconobbe l'importanza che avrebbero potuto avere il telegrafo, la ferrovia, le macchine elettro-galvaniche per illuminare, di notte, le posizioni dell'assediante per poi da colpirle con batterie nascoste nell'ombra[68].

IV.II. Lezioni pratiche tra metà Ottocento e la guerra franco-prussiana

La stessa caparbietà che aveva caratterizzato i successori di Vauban non poté che perdurare anche nel XIX secolo inoltrato. Prove sperimentali e assedi dimostrarono in maniera inequivocabile l'insufficienza delle controguardie e smentirono la diffusa convinzione che un'opera

61 Nei cannoni ad anima liscia non c'era alcuna stabilizzazione e la traiettoria che assumeva la palla dipendeva da come usciva dalla volata e da come rimbalzava all'interno della canna.

62 M. Borgatti, pp. 106-107

63 Cannone ad anima liscia e canna molto corta, costituiva l'armamento più pesante dei vascelli da guerra ma era destinato solo al combattimento ravvicinato.

64 I. Hogg, p. 144-145

65 Peso della palla, in questo caso già considerevole.

66 A. Brialmont, 1863, pp. LXX-LXXIX

67 U.S. Army Corps of Engineers, *Report on the Fabrication of Iron for Defensive Purposes and Its Uses in Modern Fortifications Especially in Works of Coast Defense*, U.S. Government Printing Office, Washington, 1871, p. 85

68 A. Brialmont, 1863, p. LXXXVIII

nascosta alla vista fosse indistruttibile. Già le prove di tiro effettuate a Woolwich nel 1824 avevano confutato alcuni dei principi enunciati da Carnot: il suo muro indipendente, schermato da una controguardia di uguale altezza, poteva essere colpito con relativa consistenza da una batteria di rimbalzo a una distanza compresa tra i 300 e i 500 metri, fino ad aprire una breccia adatta per un attacco in forze. Il fuoco verticale, poi, non era così letale per gli assedianti come avrebbe ipotizzato Carnot: la protezione da palle di moschetto o pietre si poteva ottenere col semplice uso di caschi di vimini o cuoio e creando ripari nelle trincee coperti da fascine[69]. Un'altra prova, condotta nel 1856 su uno dei fortini di Coblenza, dimostrò che era possibile rendere inutilizzabile la ridotta casamattata, nonostante fosse più bassa della cresta dello spalto. Ancora, nel 1862, un'ampia breccia venne aperta in un muro distaccato a Verona, la cui sommità era circa 2 metri più bassa della cresta dello spalto[70].

Nel frattempo la Prussia andava affermandosi come la prossima grande potenza del continente, dopo aver battuto l'Impero austriaco nel 1867 e aver assunto la guida del frammentato mondo germanico sotto la bandiera della Confederazione Tedesca del Nord. La crescente influenza prussiana non era vista di buon occhio a Parigi, che avrebbe certamente gradito vicini più deboli e divisi: Lo scontro fra le due potenze era solo una questione di tempo. La tensione finì per esplodere nel 1870, a seguito di una crisi diplomatica scaturita dalla successione al trono di Spagna. All'alba della guerra i prussiani avevano in servizio esclusivamente cannoni a retrocarica, sia campali che d'assedio, in acciaio. I francesi adoperavano principalmente cannoni in bronzo originariamente ad anima liscia, convertiti successivamente per adoperare una canna rigata[71]. La guerra si tramutò rapidamente in un disastro per i francesi. L'assedio di Parigi dimostrò la totale inadeguatezza dei suoi forti distaccati che, pensati per resistere a batterie situate a 2 km di distanza, si trovarono ad affrontare l'artiglieria prussiana a 8 km. Anche se la distanza avesse reso difficile determinare gli effetti del tiro, le alte caserme interne avrebbero fornirono un utile riferimento per determinare se le granate scoppiassero all'interno o all'esterno del forte. Tutte le criticità evidenziate emersero in maniera lampante: i bastioni si confermarono un'inutile zavorra, soggetti al tiro da più direzioni, le scarpe erano troppo esposte, i ricoveri insufficienti, i fronti di gola facilmente bombardabili fino a rendere il forte in accessibile. Il defilamento si rivelò carente in modo clamoroso[72]. La sintesi dell'inadeguatezza dei forti parigini è ben rappresentata dal forte di Issy, con la sua traccia tradizionalmente bastionata, la scarpa completamente esposta, tanti cannoni, ma di cui solo pochi potevano essere puntati nella direzione necessaria. Le facce dei bastioni erano largamente esposte al fuoco d'infilata, situazione aggravata dalla carenza di traverse. Le facce posteriori furono quasi completamente demolite dal tiro di rovescio. Il Genio francese, così chiuso nei suoi esercizi di stile autoreferenziali, si trovò costretto a fare un bagno di realtà e a rivedere finalmente i principi su cui fondare la propria difesa. Un'analisi di estrema lucidità sui caratteri delle fortificazioni francesi per gli anni a venire fu fornita da Viollet-le-Duc, ausiliario del Genio durante la guerra, nel suo *Mémoire sur la défense de Paris*:

1) i muri di scarpa a vista dovevano abbandonati e gli spalti non erano di alcuna protezione contro il tiro curvo;
2) i fianchi, che avrebbero dovuto fiancheggiare le facce dei bastioni, finivano per essere distrutti da lunga distanza molto prima che potessero entrare in azione;
3) angoli salienti retti o acuti sono rapidamente distrutti dalle artiglierie di grosso calibro;
4) i terrapieni erano gli unici ostacoli validi contro l'artiglieria d'assedio, in virtù della facilità con cui potevano essere riparati e per la possibilità delle granate di penetrarvi senza detonare;
5) la difesa del fossato doveva essere affidata alla controscarpa, con batteria in casamatta che non potessero essere colpite dal tiro curvo;
6) tutti i depositi e le caserme dovevano essere completamente schermati dal terrapieno;
7) la gola e gli ingressi dovevano essere completamente riparati dal fuoco frontale e laterale[73].

Riguardo al carattere che assunsero gli assedi nel corso della guerra è interessante notare il fatto che buona parte di essi non furono affatto condotti alla maniera tradizionale di Vauban: solo Strasburgo venne attaccata in questo modo, mentre nella maggior parte dei casi ci si affidò molto più semplicemente a un bombardamento costante delle piazzeforti. La maggior parte di esse non disponevano del personale necessario, né adeguatamente addestrato, per essere difese e le linee esterne erano sempre a una distanza tale da permettere comunque il bombardamento dell'abitato. Nonostante questo, la durata della difesa dei forti fu sorprendentemente simile a quelle che ci si poteva aspettare ai tempi di Vauban[74], a dimostrazione che il vero elemento determinante non fosse necessariamente la fortificazione in sé, quanto il morale della guarnigione che la difendeva e la capacità del comandante di sfruttarla a pieno.

IV.III. Il sistema Séré de Rivières in Francia

Come riporta Hughes, con il profilarsi all'orizzonte di un probabile assedio di Parigi, nel 1870, i francesi iniziarono a

69 H. Douglas, *Observations on modern systems of fortification, including that proposed by M. Carnot, and a comparison of the polygonal with the bastion system; to which are added, some reflections on intrenched positions, and a tract on the naval, littoral, and internal defence of England*, John Murray, Londra, 1859, pp. 87-116
70 A. Brialmont, 1863, pp. LCVI-LCVII
71 U.S. Army Corps of Engineers, p. 102
72 E. Viollet-le-Duc, *Mémoire sur la défense de Paris : septembre 1870 - janvier 1871*, vve A. Morel, Parigi, 1871, p. 149
73 E. Viollet-le-Duc, pp. 160-161
74 G. Sydenham Clarke, *Fortification, its past achievements, recent development, and future progress*, John Murray, Londra, 1907, pp. 57-58

erigere una cintura di ridotte poligonali intorno alla città, sul modello delle contemporanee controparti tedesche, tra cui la ridotta di Hautes-Bruyères[75](***fig. V.IV.1***), sulla quale vale la pena soffermarsi brevemente avvalendosi di ciò che ne disse l'autore, dal momento che non sembra essere stata trattata in termini tecnici dalla letteratura contemporanea. Progettata da niente meno che Viollet-Le-Duc, la ridotta era poco profonda, offrendo quindi un bersaglio minore, i ripari erano completamente defilati, i terrapieni seguivano la pendenza naturale, in terra non rivestita, e nascondevano l'interno dell'opera. Non c'erano ridotte interne, bastioni, salienti pronunciati, nessuno degli elementi vulnerabili tipici dei forti bastionati intorno alla città. Il terrapieno era circondato da una sorta di bassa scarpa indipendente in legno, con feritoie per moschetti, che doveva anche impedire che la terra del ramparo, in caso di frana, finisse nel fossato. È sufficiente una rapida occhiata alla pianta fornita da Viollet-le-Duc stesso per notare le analogie con i forti di artiglieria della scuola tedesca del periodo, per stessa ammissione dell'autore, che affermò di essersi basato sul forte austriaco di Cavecchia a Verona, di cui ereditò la forma della caponiera del saliente, simile a un bastionetto con orecchione[76].
La ridotta potrebbe essere considerata, in un certo senso, il precursore dei futuri forti francesi.

Dopo la sconfitta contro la Prussia, la Francia si vide privata del confine naturale costituito dal Reno, di ricche regioni minerarie, nonché di tre importanti piazzeforti: Metz, Bitche e Strasburgo. Il pagamento di un'indennità di guerra di cinque miliardi di franchi d'oro gravò come un macigno sulle casse della Repubblica. Fortemente indebolita, isolata e con una frontiera sguarnita, fu necessario erigere un nuovo sistema difensivo lungo tutto il confine, una *barrière de fer* da Dunquerque a Nizza, che tenesse conto delle difficoltà del momento nonché, finalmente, del mutamento totale che gli armamenti avevano imposto sulla fortificazione e che era stato finora ignorato dagli ingegneri francesi. L'artefice di questo sistema fu il generale Séré de Rivières: consapevole che l'evoluzione armiera non poteva certo dirsi conclusa, era intenzionato a garantire una buona resilienza a un costo contenuto. Dal momento che l'unico fattore che sarebbe rimasto costante era il terreno, sarebbe stata l'orografia a determinare le caratteristiche delle fortificazioni - fu probabilmente questa scelta a spiegare la grande varietà di tracciati che seguirono le opere francesi di questo periodo, in contrapposizione alla sostanziale standardizzazione dei forti tedeschi dello stesso periodo -. Nei terreni più impervi, poche opere di sbarramento, in grado di coprirsi a vicenda e di creare una zona sicura per la manovra della guarnigione, sarebbero state sufficienti per scoraggiare ogni tentativo di passaggio. In condizioni ordinarie, invece, un campo trincerato avrebbe dovuto includere nucleo centrale, una linea principale di forti distaccati, batterie e ridotte e una linea esterna costituita da punti di appoggio come trincee, villaggi, boschi naturali e artificiali[77].

I nuovi campi trincerati furono disposti in modo da intercettare strade, ferrovie, gole e valli strette, sfruttando gli ostacoli naturali per creare punti sicuri della frontiera che potessero bloccare l'invasore senza richiedere la presenza dell'esercito, che sarebbe stato dislocato nelle regioni centrali, da Mézières a Épinal, dove le migliori comunicazioni avrebbero garantito il rapido movimento di truppe e materiali su via ferrata[78].

I nuovi forti vennero costruiti secondo le prescrizioni dell'istruttiva ministeriale del 9 Maggio 1874 e per una conoscenza completa è sufficiente consultare i manuali della scuola del Genio, liberamente accessibili, in particolare quello di Goetschy, Tartrat e Tricaud, oppure il volume di Philippe Truttmann dedicato al sistema Séré de Rivières, che presenta in modo puntuale tutti gli elementi di queste fortificazioni e le varie tipologie nelle quali li si possono incontrare. Ci si soffermerà, dunque, solo sui caratteri principali.

La traccia scelta per i nuovi forti fu quella poligonale (***fig. IV.2-3***), che presenta la totale separazione del profilo dei rampari e degli organi di fiancheggiamento

I terrapieni, a pendenza naturale, furono ampiamente inspessiti e i muri di scarpa nascosti alla vista e all'azione diretta dei cannoni, garantendo il defilamento contro proietti cadenti con un angolo di 14° almeno fino a un'altezza della scarpa tale per cui la caduta della parte demolita non potesse formare una rampa. Il fossato doveva costituire il principale ostacolo, richiedendo parallelamente l'innalzamento del controscarpa. In molti forti costruiti dopo il 1870, oltre al pendio in terra, era presente anche una scarpa semi distaccata per proteggere da attacchi a sorpresa (***fig. IV.7***). Dal momento che sarebbe stato impossibile defilare l'opera contro tiro curvo, men che meno verticale, il terrapieno sarebbe stato sufficiente a schermare l'interno del forte solo contro tiro teso a un angolo di 9°, idea già proposta da Viollet-le-Duc. Il miglioramento del defilamento interno fu possibile con l'impiego di affusti d'artiglieria capaci di assorbire il rinculo dei pezzi senza sollecitare troppo il terreno. In particolare, i freni idraulici permettevano di ridurre il rinculo a meno di un metro, di conseguenza anche la piattaforma per i cannoni poteva essere più stretta. Essa era tipicamente 2 metri più bassa della cresta del parapetto e vi si giungeva dalla corte del forte per mezzo di una rampa che conduceva a una strada di collegamento che univa tutte le piattaforme, detta *rue de rampart*. I parapetti per la fanteria avevano invece un profilo semplice, con l'idea di scavare, nel momento del bisogno, una piattaforma circa un metro più bassa della cresta.

Delle traverse (***fig. IV.14-15***) erano disposte a intervalli regolari sul terrapieno, scandendo la successione di piattaforme per l'artiglieria, destinate a una coppia di pezzi sui rampari bassi dei fronti prin-

75 Q. Hughes. p.211
76 E. Viollet-le-Duc, pp. 156-160
77 https://Fortifsere.fr/le-systeme-sere-de-rivieres/, consultato in data 08/04/2026
78 A. Brialmont, *La fortification du temps présent, Tome I*, Guyot Frères Éditeurs, Bruxelles, 1885, pp. 35-36

cipali e per pezzi singoli sui cavalieri e sui fianchi. La maggior parte delle traverse erano costituite da una camera voltata, in comunicazione con la piattaforma d'artiglieria. Se l'altezza del ramparo era sufficiente o il parapetto poggiava su strutture che lo elevavano a formare un cavaliere, al di sotto della traversa si ricavano spesso depositi per munizioni, a cui si accede dalla parte bassa del terrapieno o tramite scale con montacarichi collegate al piano superiore. Quando, invece, ciò non era possibile, il solo livello disponibile veniva diviso in due compartimenti, indifferentemente longitudinali o trasversali. Rispetto a quanto avveniva all'estero, l'accesso alle traverse raramente aveva una larghezza tale da permettere di ripararvi dentro i cannoni in barbetta. Le traverse superavano la cresta di circa 2,5 metri, e potevano essere larghe da 2,5 a 6 metri. Quest'ultima dimensione si ritrova solo quando si trovavano sopra a una casamatta abitativa, e dunque conservavano la stessa larghezza del locale.

La controscarpa era tipicamente alta almeno 7 metri e di muratura piena o più spesso con archi di scarico[79] (***fig. IV.8***) mentre il muro di scarpa, alto minimo 6 metri, poteva essere di rivestimento semplice, con archi di scarico, semi-distaccato o distaccato (***fig. IV.5-7***), l'ultimo raccomandato in caso si tema una frana. Il tipo di scarpa determinava l'ampiezza del fossato. Se era di rivestimento, per evitare l'attraversamento del fosso con ponti mobili, la larghezza era fissata a 12 metri, con scarpa distaccata, invece, 10 metri erano considerati sufficienti. In realtà, le scarpe distaccate furono costruite molto raramente e quelle semi-distaccate andarono gradualmente ad aggiungersi ai semplici pendii in terra, originariamente realizzati per pure ragioni economiche. Fu anche proposto di rimpiazzare le scarpe distaccate con filo spinato, resistente all'artiglieria e facilmente riparabile, tuttavia non è una soluzione che sembra essere mai stata intrapresa[80].

Il fiancheggiamento era affidato a caponiere doppie (***fig. IV.9-10***) e singole (***fig. IV.11-12***), dette anche *ailerons*, le prime sul saliente, le seconde sulle spalle. Per il fiancheggiamento dei fossati dei fianchi, infatti, le caponiere non poterono più essere collocate a prosecuzione della gola, come nei vecchi forti di Colonia o quelli di Lione, dal momento che sarebbero stati vulnerabili al tiro curvo. Posizionandole sulle spalle - ovvero all'incrocio tra una faccia e un fianco - si poteva sfruttare l'altezza della controscarpa per proteggere la caponiera[81]. Questa configurazione non era altrettanto efficace nel caso in cui il fuoco curvo provenisse dal lato della gola, per esempio nei forti isolati, per cui in questo case le casematte delle caponiere erano munite di una cosiddetta visiera (***fig. IV.13***), una sorta di prolungamento voltato della camera di combattimento. Le caponiere ospitano solitamente solo due cannoni per lato, a volte anche uno solo, e le feritoie erano di norma 1 metro sopra al fondo del fossato, così da non essere

79 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 1e section, Détails des fortifications construites de 1870 à 1885*, 1896, pp. 26-27

80 P. Tartrat, *Cours de Fortification, Fortification permanente, 1e partie*, École Supérieure de Guerre, Parigi, 1885, pp. 50-62

81 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 1e section...*, p. 52

immediatamente sigillate da un'eventuale frana, e chiuse da grate metalliche. Le due facce frontali ospitavano una galleria per fucilieri con feritoie anche a livello dei piedi, per non lasciare nessun angolo morto nel fossato. La galleria permetteva anche di schermare i fianchi della caponiera, estendendosi come orecchione. Un ultimo lascito della traccia bastionata rimase sul fronte di gola, il cui fiancheggiamento poteva essere svolto dai due fianchi di un singolo fronte bastione, alternativamente alla presenza di una caponiera centrale.

Una galleria dietro al muro di controscarpa, collegata all'opera principale da una posterla sotterranea, poteva contribuire alla difesa del fossato ed essere l'origine di un sistema di contromina[82]. Alcuni degli armamenti innovativi che fecero la loro comparsa furono la *mitrailleuse*[83] e i cannoni rotanti Hotchkiss da 37 mm.

Per rimediare ai problemi emersi durante l'assedio di Parigi, dove l'interno dei forti era eccessivamente scoperto e le facce laterali completamente inutilizzabili, venne ritenuto opportuno creare un esteso sistema di traverse e un paradorso in terra centrale - detto *massif centrale* - che agisse da cavaliere, conferendo al forte un secondo livello di batterie. Il cavaliere era particolarmente imponente e la sua massa consentiva di ricavarvi tutti i ripari per la guarnigione e magazzini di ogni tipo, anche su più livelli, così che la profondità dell'opera stessa possa essere ridotta[84].

Non tutti i forti erano però dotati di cavaliere: alcuni, infatti, ne erano privi e furono per questo definiti *a cresta unica*, ma si trattava di un tipo poco diffuso e confinato a ruoli di importanza secondaria. La mancanza di un secondo parapetto permetteva di ridurre ulteriormente la profondità del forte, rendendoli dunque meno vulnerabili. Le caserme, in questo caso, erano posizionate sotto al terrapieno del ramparo, che avrebbe però assunto un rilievo sproporzionato, dunque erano pià frequentemente posizionate nella gola, dalla quale si originava un'immensa traversa centrale per assicurare il collegamento sicuro con il terrapieno[85].

I forti a cavaliere caddero in disuso verso il 1877, quando i costi di costruzione si rivelarono eccessivi e i cantieri troppo lenti. La presenza del cavaliere rendeva il forte comunque troppo profondo e le sue traverse si stagliavano nel cielo, indicando all'assediante la posizione dei pezzi[86]. Per risolvere questi problemi fu sviluppata la tipologia del forte a massiccio centrale a batteria bassa, con l'artiglieria posizionata sul ramparo del fronte e dei fianchi, affidando la difesa ravvicinata esclusivamente allo spalto ricavabile sui ripari centrali e a delle falsebraghe sui salienti. Infatti, il tracciato del parapetto per l'artiglieria non

82 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 1e section...*, pp. 26-27

83 Una sorta di mitragliatrice ante litteram, formata da un blocco di 25-37 canne di piccolo calibro e azionata tramite rotazione di una manovella. L'affusto è ancora quasi identico a quello di un cannone. Ciascuna canna ha la rispettiva munizione, dunque il meccanismo è sostanzialmente diverso da quello Gatling americane di qualche anno prima.

84 P. Tartrat, pp.62-65

85 [s. n.] Tricaud, Cours de fortification, *Fortification permanente, 5 leçons sur les déteails de la fortification actuelle par le Capitaine Tricaud*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1909, p. 144; https://Fortifsere.fr/le-systeme-sere-de-rivieres/, consultato in data 11/04/2026

86 M. Borgatti, p. 215

seguiva più il perimetro della scarpa, proprio per creare lo spazio necessario per le posizioni della fanteria[87], al di sotto delle quali si potevano ricavare batterie in casamatta per tiro indiretto[88].

È ironico constatare che, dopo decenni di tenzoni letterarie tra Brialmont e gli ingegneri francesi a colpi di memoriali, trattati e opuscoli, le sua parole finirono per trovare spazio, quasi come prescrizioni, nei testi insegnati all'École Supérieure de Guerre di Parigi del 1885.

Anche in questo caso, come per le prime lunette prussiane, si rimanda all'apparato iconografico per comprendere la varietà di forme che i forti di tipo Séré de Rivières potevano assumere.

IV.IV. Evoluzione del sistema poligonale tedesco

L'adattamento delle opere distaccate prussiane ai progressi nelle artiglierie fu una questione di dimensioni piuttosto che di principi[89], come invece era avvenuto in Francia. Il compito cadde sulle spalle del generale Alexis von Biehler, Ispettore Generale delle Fortificazioni tra il 1873 e il 1884. La priorità venne data al consolidamento della frontiera occidentale, mutata per la Germania tanto quanto per la Francia, adattando le piazze precedentemente francesi di Metz e Strasburgo e migliorando quella di Colonia, anche se nuovi forti vennero costruiti in tutta la Germania[90]. A von Biehler è attribuita l'ideazione di un modello standard (***fig. IV.16***), applicato senza particolari variazioni in tutti i casi (***fig. IV.17-20***): lo schema era sempre quello della lunetta, ora appiattita per approfittare della maggiore imprecisione dell'artiglieria nella portata rispetto alla direzione, lo stesso principio seguito nei forti francesi. Il potenziamento delle piazzeforti consistette principalmente nella realizzazione di una nuova cintura di forti distaccati, posizionati a solitamente a 4 o 5 km dalla cinta, mai meno di 2,5 - la portata effettiva dell'artiglieria - e non più di 8 - la gittata massima dei pezzi d'assedio più grandi - e separati l'uno dall'altro da una distanza di 2-5 km, per prevenire che l'assediante potesse fare breccia nella cintura senza dover assaltare almeno un forte. Ciascuna opera staccata fungeva da punto di appoggio a un sistema di batterie indipendenti e opere intermedie. Come predisposto anche da Séré de Rivières, non mancarono forti d'arresto a guardia di passi montani e snodi strategici come ferrovie[91].

In un *Biehlersches Einheitsfort*[92] - forte unitario di Biehler -, come nelle controparti francesi, vennero prese delle misure per adattare lo schema a lunetta poligonale all'era dell'artiglieria rigata, migliorandone significativamente il defilamento: le lunette divennero così molto meno profonde, ma a maggior sviluppo orizzontale.

Per proteggere i muri di scarpa dal tiro curvo, i fossati furono ridotti a metà della loro larghezza iniziale e incrementati in profondità, per ostacolarne il superamento a fronte di una minore ampiezza.

I parapetti aveano solitamente uno spessore compreso tra 6 e 7 metri - dal momento che una granata standard era in grado di penetrare uno spessore di sabbia di 5 metri - che scendeva a soli 5 metri nel parapetto della gola. Il pendio esterno del ramparo era separato da quello del fossato da un camminamento di 1-2 metri, per alleggerire la pressione sulla scarpa. La cresta del parapetto era adibita simultaneamente all'azione della fanteria, su una piattaforma immediatamente dietro al parapetto, cui seguiva, più bassa di circa 2 metri, quella per l'artiglieria, servita da un camminamento retrostante ampio 3 metri. Il terrapieno poteva essere contenuto da un rivestimento murario oppure scendere a pendenza naturale, oltre i quali si trovava la *wallstraße*, equivalente alla *rue de rampart* francese. Per permettere alla fanteria di agire in contemporanea all'artiglieria, in alcuni casi fu ricavata una falsabraga di fronte al parapetto, più in basso[93].

Le gallerie a difesa del fossato furono trasferite dalla scarpa alla controscarpa, da cui si dipanava un esteso sistema di contromina che si originava dal saliente e dalle spalle, con gallerie secondarie per l'ascolto. In molti casi, fu eliminata del tutto la strada coperta, massimizzando la protezione offerta dallo spalto. La scarpa era solitamente distaccata e alta almeno 5 metri, talvolta munita di feritoie, e schermata interamente dallo spalto e dalla controscarpa, di cui era più bassa di circa mezzo metro[94]. Se i fondi erano limitati abbastanza da non consentire il rivestimento di scarpa e controscarpa, era da privilegiare la realizzazione dell'ultima, sostituendo la prima con griglie di ferro o altri ostacoli.

Le grandi caponiere dei forti di primo Ottocento furono rimpiazzate da esemplari più piccoli e defilati: una doppia sulla capitale (***fig. IV.18***), spesso adibita a soli due cannoni per lato, e una singola per ciascuna spalla, limitata a feritoie per fucili. Erano coperte da volte a prova di bomba, rivestite da uno strato di terra, e potevano essere circondate da un ulteriore fossato, più basso, detto diamante. La loro configurazione era pressoché analoga a quelle francesi, eccetto per la mancanza di orecchioni.

Se l'uso di ripari era già diffuso nei forti prussiani precedenti, la migliore pre-

87 [s. n.] Tricaud, pp. 144-145

88 M. Borgatti, p. 215

89 J. Mercur, p. 85

90 J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, p. 46

91 A. von Schueler, *Leitfaden für den Unterricht in der Befestigungskunst und im Festungskrieg an den Königlichen Kriegsschulen*, E. S. Mittler und Sohn, Berlino, 1884, pp. 39-40

92 Nel manuale del Borgatti viene definito *forte di tipo Tunckler*, dal nome del suo presunto ideatore austriaco (M. Borgatti, p. 216). Si tratta verosimilmente di un errore, dal momento che Tunckler, dirigente dell'Imperiale Regio Ufficio delle Fortificazioni di Verona, morì nel 1873, prima che von Biehler assumesse un simile incarico in Germania, e le sue opere veronesi sono in realtà riconducibili alla transizione tra il primo e il secondo periodo, citata al termine del capitolo III.II, ovvero a lunetta appiattita con ridotta casamattata di gola (https://mapserver8.comune.verona.it/UFFI_SIT/Verona%20Fortificata/schede/57/forte.htm, consultato in data 18/04/2026). La ridotta fu abbandonata dall'ingegnere Salis-Soglio, anch'egli attivo nell'area del Veronese e i cui forti erano molto più vicini alle controparti tedesche del periodo. Se ne discostano, però, per l'inserimento di una caponiera di fiancheggiamento del fronte di gola e di gallerie di controscarpa al posto delle caponiere del fronte, quasi anticipando le fortificazioni del terzo periodo (J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, p. 190). Questo modello sembrò poi essere replicato anche in Italia, a Roma e Mestre.

93 G. J. Fiebeger, *Permanent fortification, prepared for the use of the cades of the United States Military Academy*, Henry Charnowitz, New York, 1900, p. 17

94 Il valore è ricavato dalle quote riportate nelle sezioni consultabili presso il Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz

cisione e potenza dell'artiglieria rigata rese necessaria la costruzione in massa di traverse e rifugi per cannoni, materiale e uomini. Le traverse emergevano dalla cresta per circa 1 metro, dunque erano più basse di quelle francesi, e la loro distanza variava a seconda della direzione da cui ci si aspetta potesse provenire il fuoco dell'attaccante. Tipicamente era tale da permettere l'allestimento di due cannoni, ma in alcuni casi anche uno solo e potevano essere adibite a magazzino e riparo qualora fossero dotate di un vano interno in muratura, legno o ferro: in questo caso, delle nicchie per munizioni rapidamente accessibili potevano essere ricavate nella parete scoperta, rivolta verso la corte. Come in quelli francesi, una grande traversa solcava di norma la capitale del forte, per assicurare comunicazioni sicure e proteggere dal fuoco di rovescio i fianchi. Sotto al ramparo si trovano dei locali a prova di bomba, in collegamento diretto con la *wallstraße*, che ospitavano sistemi di caricamento e depositi munizioni, mentre le polveriere erano al riparo della grande traversa centrale o nel terrapieno dei fianchi.

Le comunicazioni all'interno del forte erano preferibilmente sotterranee e l'imponente ridotta circolare sul fronte di gola fu sostituita da una caserma con volte a prova di bomba, coperta di terra verso il lato interno. Come nei forti francesi, la gola poteva adottare la traccia di un singolo fronte bastionato, fiancheggiato da casematte nei fianchi, oppure poligonale, fiancheggiato da una caponiera centrale, ma l'osservazione di casi reali la fa emergere come una soluzione più rara. Vista l'assenza di una vera strada coperta, la piazza d'armi era ricavata di fronte alla caserma.

Rispetto ai contemporanei francesi, i forti tedeschi furono dotati quasi fin da subito di batterie ausiliarie permanenti per quattro o sei cannoni in barbetta, tipicamente a proseguimento della gola su entrambi i lati e in grado di garantire bassa osservabilità e protezione dei cannoni e dei serventi[95].

È evidente la convergenza evolutiva tra le opere tedesche e quelle francesi di questo periodo, per cui non è di particolare utilità scendere nei dettagli anche per questi forti. Le differenze sono, di fatto, sottigliezze: nelle opere tedesche, la caponiera su fronte principale non sembra mai essere dotata di orecchioni e cresta per l'artiglieria seguiva quasi sempre il perimetro della scarpa, senza alterarsi per cedere spazio a falsebraghe per fanteria, che è costretta a operare solo dalla gola o fianco a fianco con i cannoni del ramparo.

95 A. von Schueler, pp. 13-37

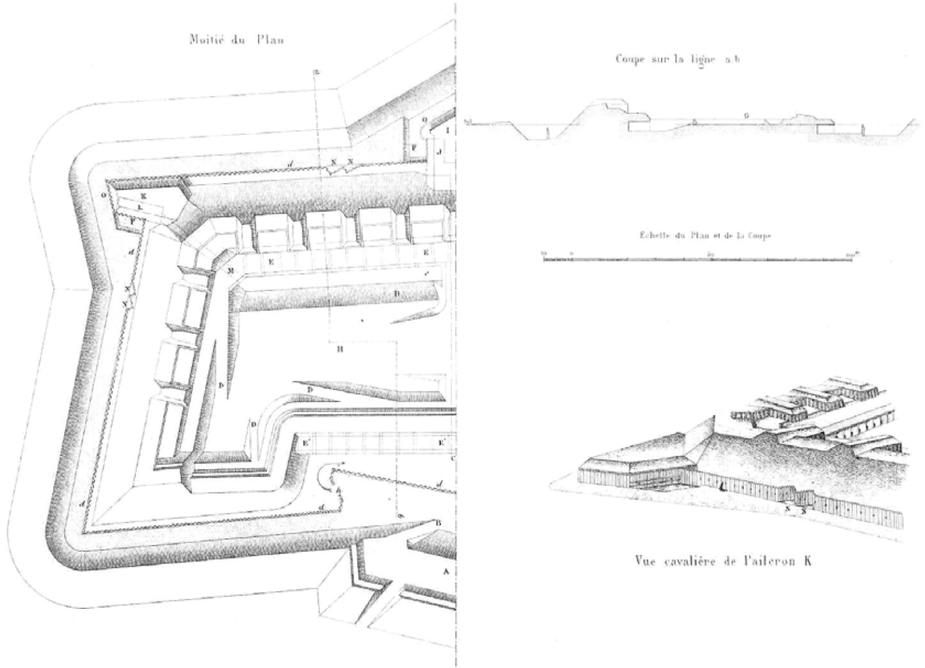


Figura IV.1 *// Ridotta di Hautes-Bruyères - Da Viollet-le-Duc, 1871*

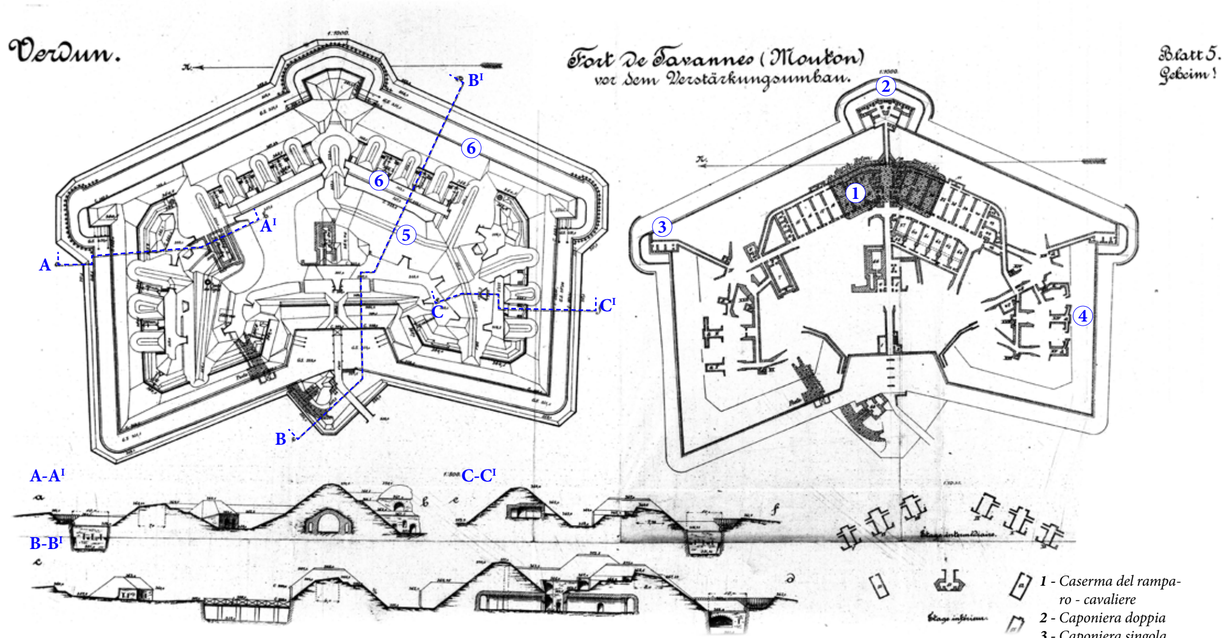


Figura IV.2 *// Fort de Tavannes, Verdun, 1885 - Da BaMa PH 3/956*

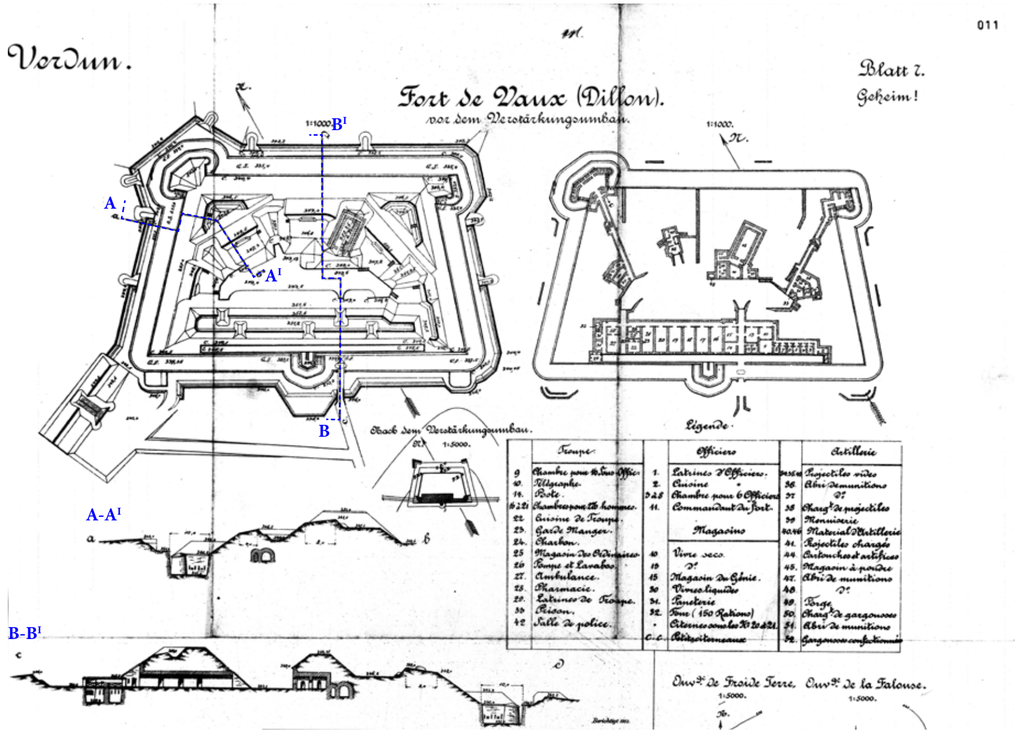


Figura IV.3 *// Fort de Vaux, Verdun, 1885 - Da BaMa PH 3/956*

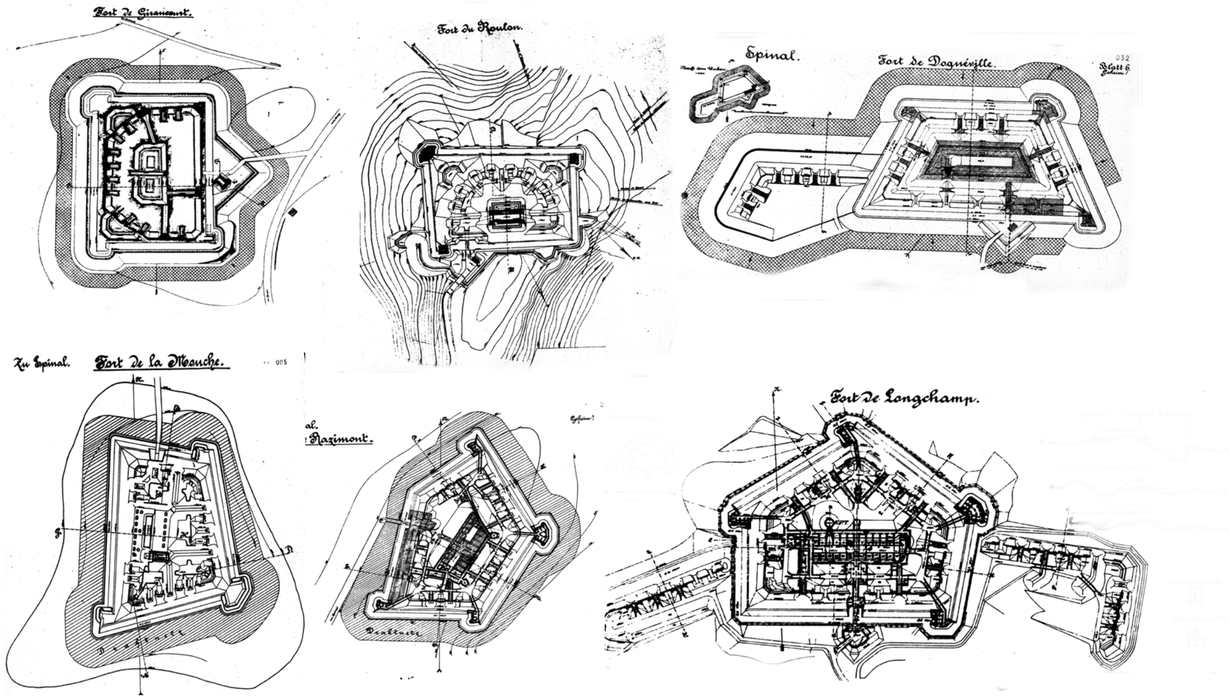


Figura IV.4 *// Forti distaccati del campo trincerato di Epinal - Da BaMa PH 3/321*

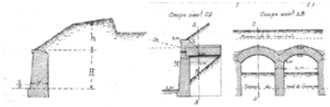


Figura IV.5 *// Scarpa attaccata semplice e con archi di scarico - Da Goetschy, 1894*

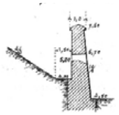


Figura IV.6 *// Scarpa distaccata con feritoie- Da Goetschy, 1894*



Figura IV.7 *// Vari tipi di scarpa semi-distaccata - Da Goetschy, 1894*

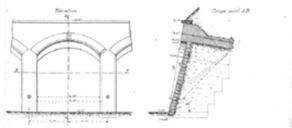


Figura IV.8 *// Controscarpa con archi di scarico - Da Goetschy, 1894*

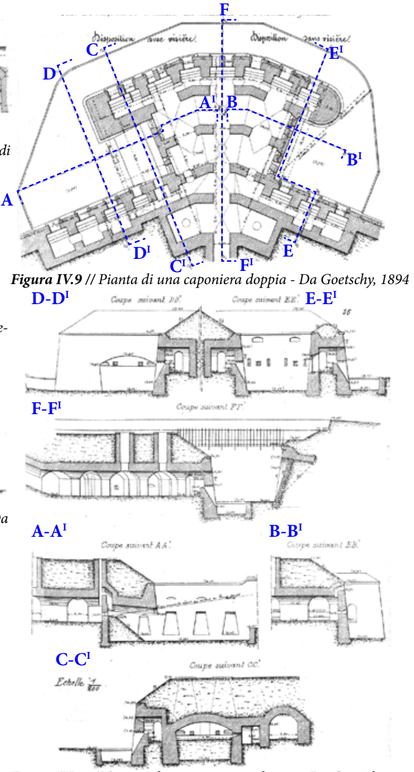


Figura IV.10 *// Sezioni di una caponiera doppia - Da Goetschy, 1894*

Figura IV.9 *// Pianta di una caponiera doppia - Da Goetschy, 1894*

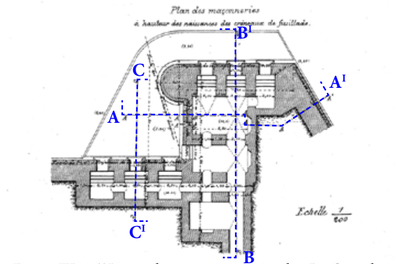


Figura IV.11 *// Pianta di una caponiera singola - Da Goetschy, 1894*

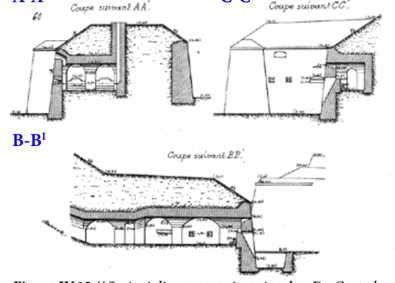


Figura IV.12 *// Sezioni di una caponiera singola - Da Goetschy, 1894*

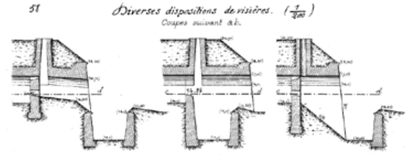


Figura IV.13 *// Visiere per feritoie - Da Goetschy, 1894*

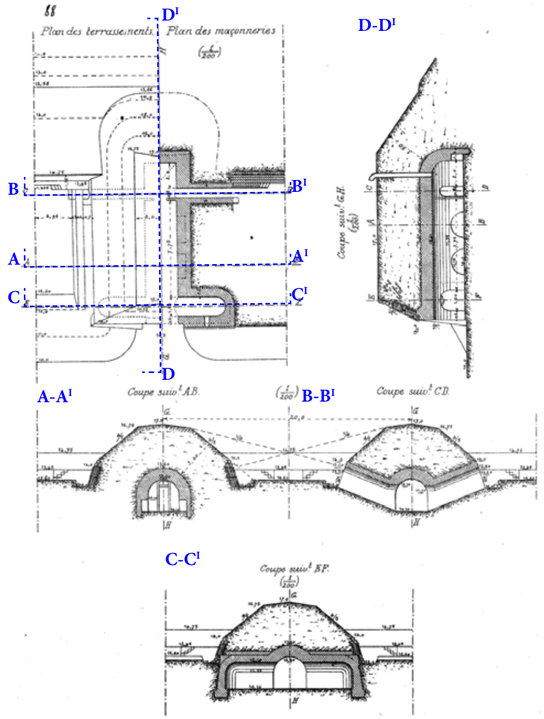


Figura IV.14 // *Traversa a un solo livello - Da Goetschy, 1894*

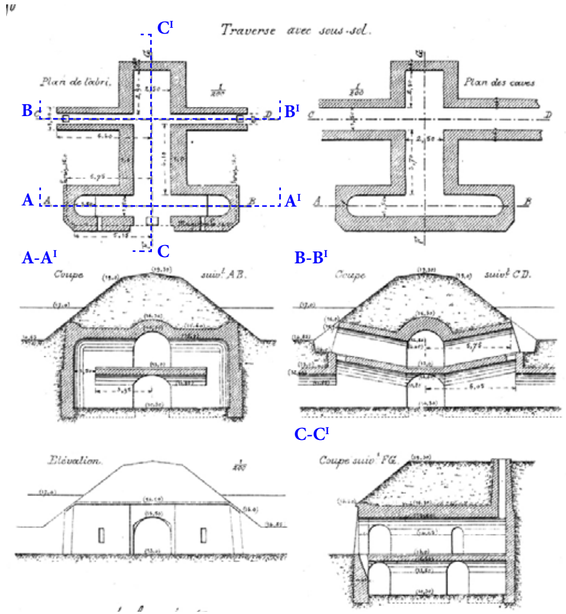


Figura IV.15 // *Traversa a due livelli - Da Goetschy, 1894*

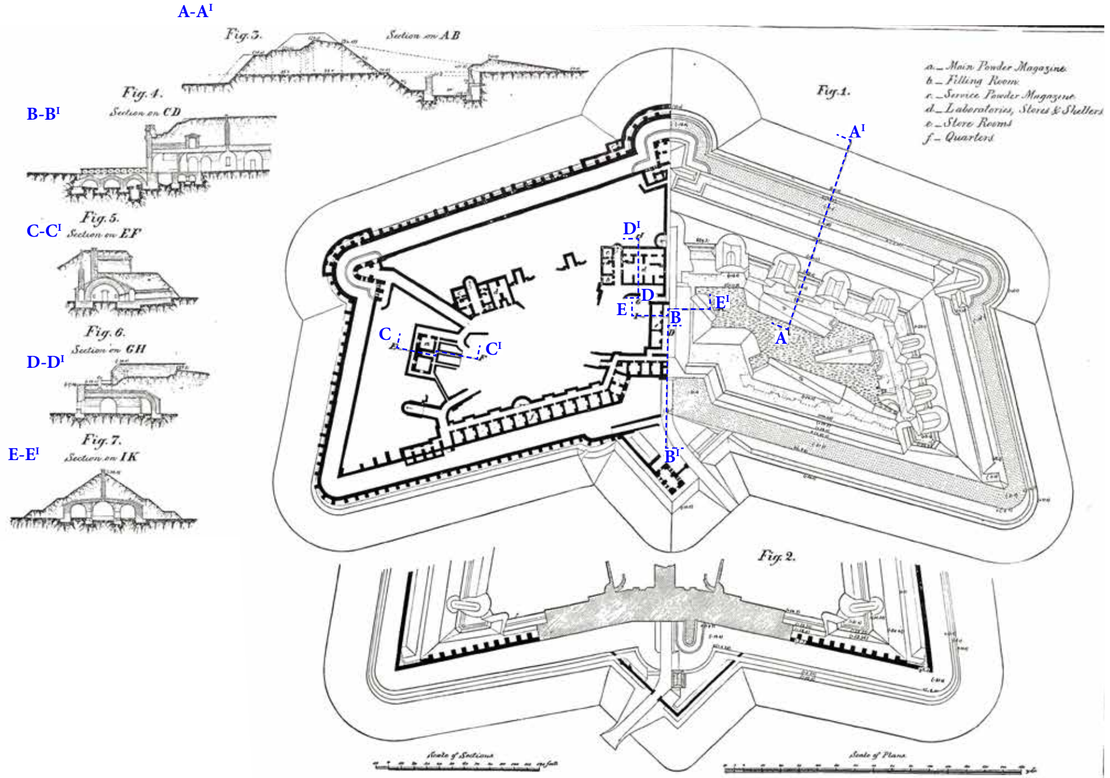
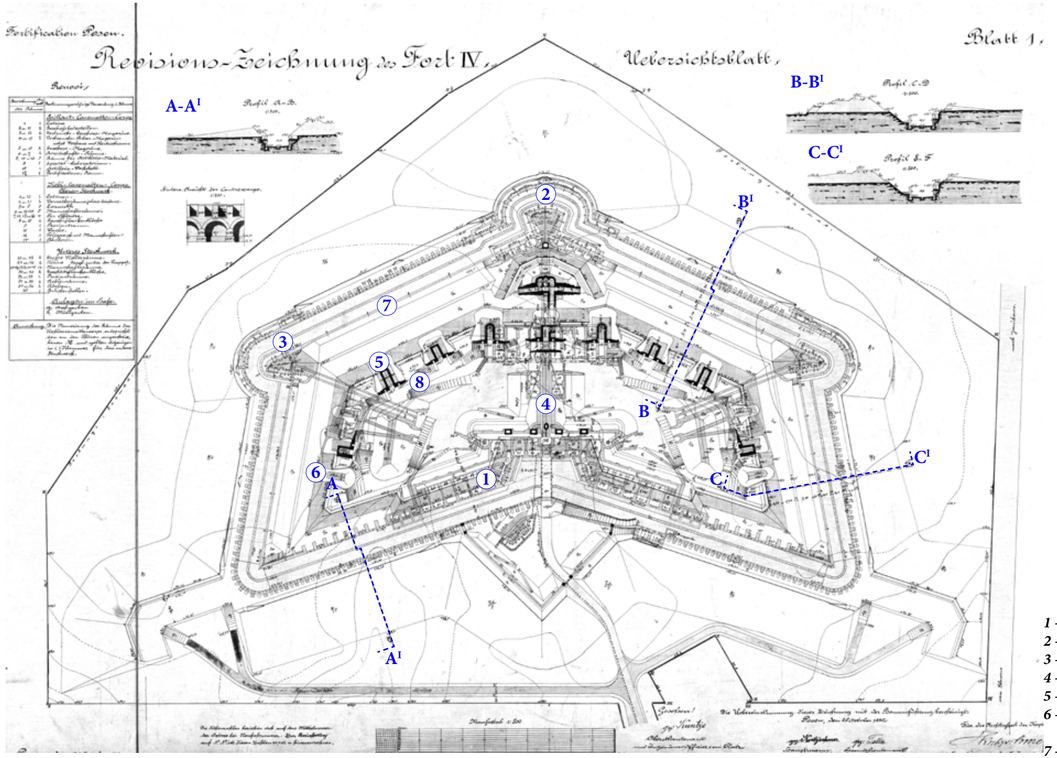


Figura IV.16 // *Schema di un forte Biehler tipo, con gola bastionata o poligonale - Da Mercur, 1894*



1 - *Caserma di gola*
2 - *Caponiera doppia*
3 - *Caponiera singola*
4 - *Traversa centrale*
5 - *Traversa-deposito*
6 - *Traversa in terra semplice*
7 - *Scarpa distaccata*
8 - *Wallstraße*

Figura IV.17 // *Fort IV, Posen, 1885 - Da GStA XI. HA, FPK, A, Nr. 71142*

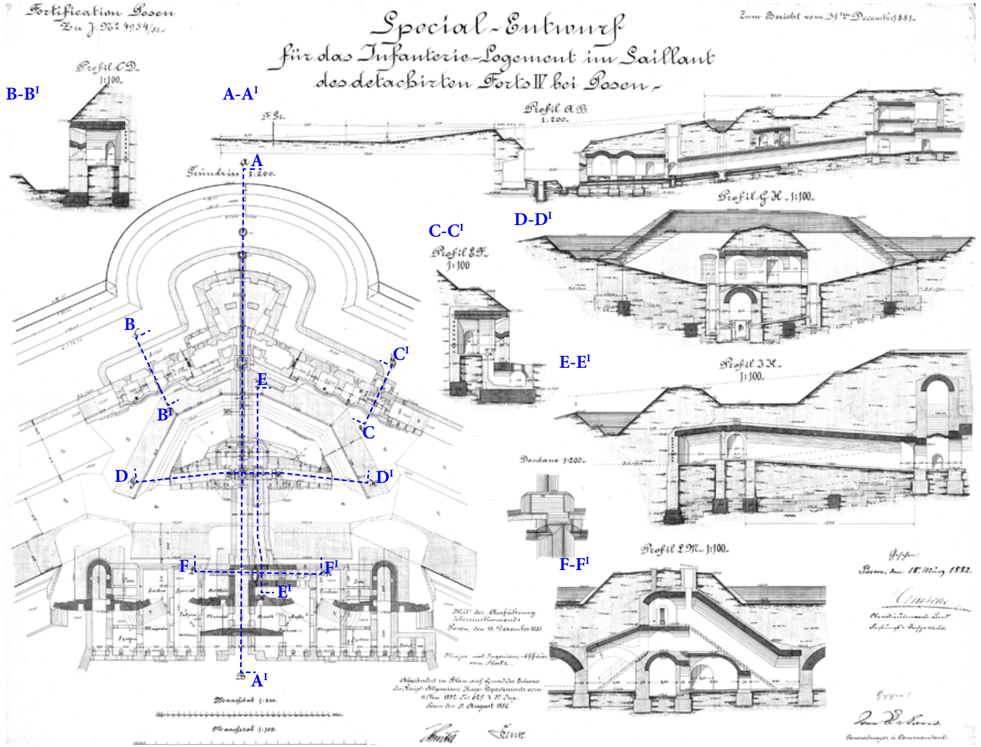


Figura IV.18 // *Dettagli di Fort IV, Posen, 1885 - Da GStA XI. HA, FPK, A, Nr. 71141*

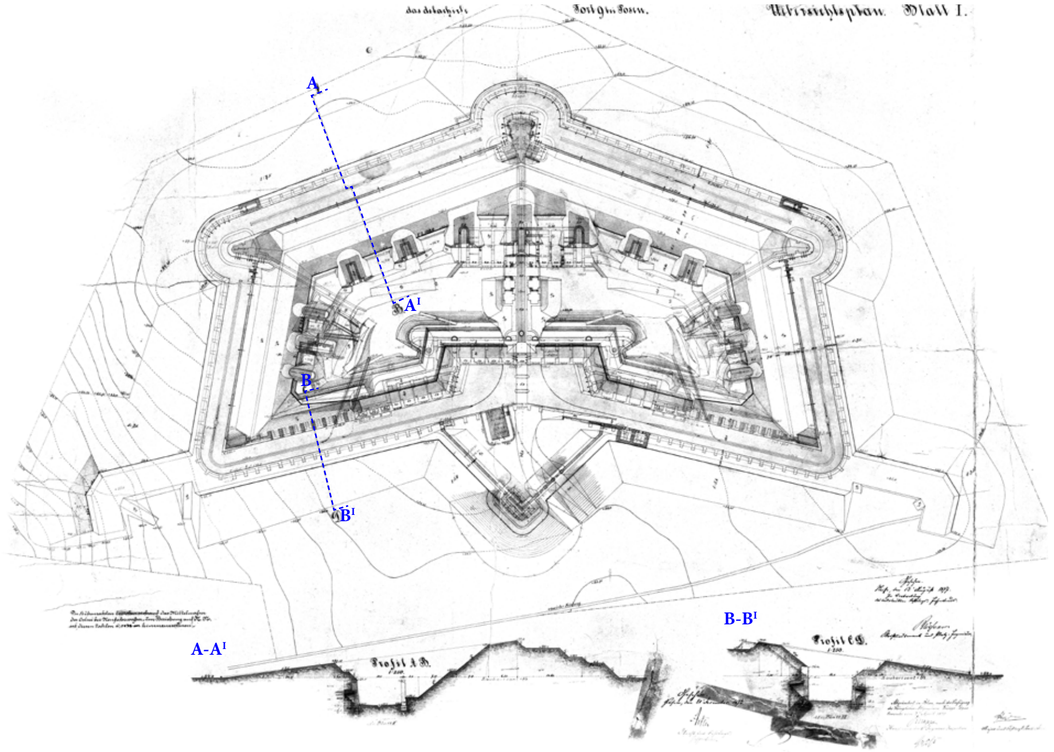


Figura IV.19 *// Fort IX, Posen, 1876 - Da GStA XI. HA, FPK, A, Nr. 71131*

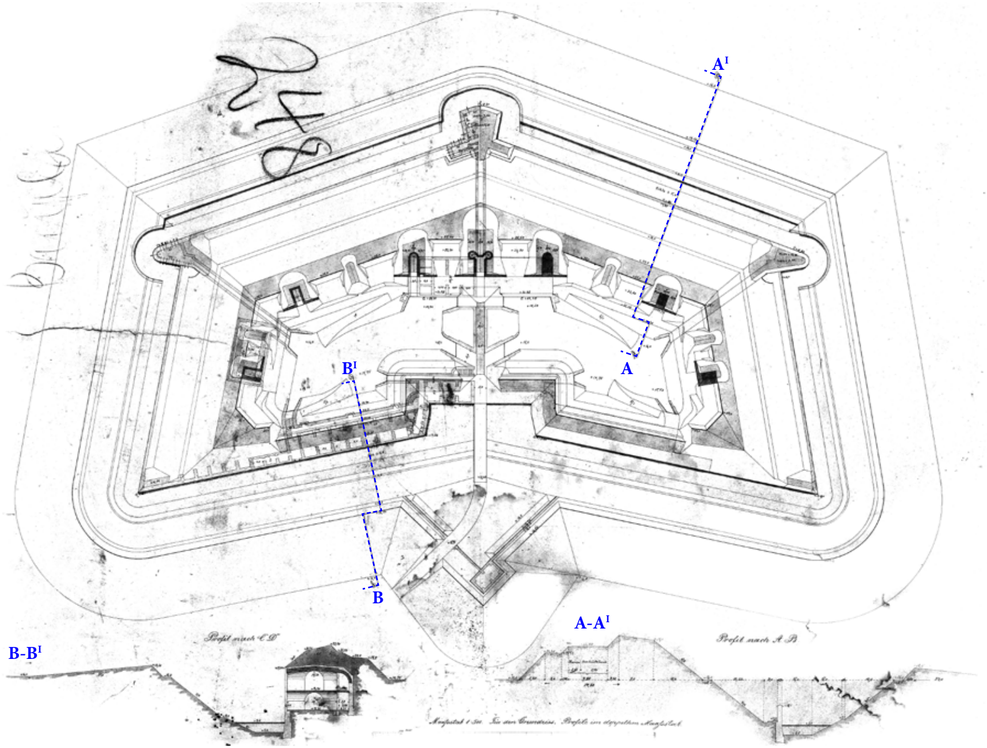


Figura IV.20 *// Fort I, Königsberg, 1873 - Da GStA XI. HA, FPK, C, Nr. 70329*

La sintetizzazione di esplosivi ad alto potenziale a metà Ottocento, e il loro impiego nelle cosiddette granate torpedini, determinò l'ennesima grave crisi della fortificazione, rendendo immediatamente superati i progressi ottenuti appena un decennio prima. Le prove condotte in tutta Europa tra il 1883 e il 1888 dimostrarono la vulnerabilità intrinseca della muratura anche di notevole spessore e la necessità di ricorrere a masse coprenti di terra molto ingenti o, in alternativa, al calcestruzzo, che si affermò come il materiale più adatto per resistere alle nuove granate, specialmente se provvisto di un dosaggio di cemento tale da garantire durezza ma non fragilità. L'introduzione delle polveri infumi sollevò nuovi problemi, poiché rendeva le batterie d'assedio difficili da individuare, ma fu anche determinante nello sviluppo di armi automatiche per la difesa ravvicinata delle fortificazioni. Di fronte a queste minacce, i forti assunsero un ruolo di osservazione e di fiancheggiamento: l'artiglieria fu concentrata in un numero ridotto di postazioni pesantemente corazzate sviluppate grazie all'esperienza navale maturata nelle prime ironclads e nelle batterie galleggianti, con l'impiego iniziale di ferro battuto, poi della ghisa temprata perfezionata da Gruson e, infine, dell'acciaio, capace di offrire una resistenza superiore senza gli inconvenienti di fragilità che ne avevano inizialmente precluso l'impiego. Le sperimentazioni condotte a Cotroceni, in Romania, misero a confronto i progetti concorrenti di torrette corazzate di Saint Chamond e della Grusonwerk, chiarendo i vantaggi della forma a calotta sferica ribassata rispetto a quella cilindrica e posero le basi per lo sviluppo delle torrette a scomparsa, capaci di esporre la cannoniera solo al momento dello sparo. Negli stessi anni le prove sperimentali in Europa permisero infine di codificare dosaggi e spessori di calcestruzzo adeguati alle nuove minacce, mentre a partire dagli ultimi anni del secolo l'introduzione del calcestruzzo armato consentì di ridurre sensibilmente lo spessore delle coperture alla prova. Il calcestruzzo e le corazzature metalliche costituirono, così, i pilastri su cui si sarebbe fondata la fortificazione permanente nei decenni successivi.

V. Il terzo periodo della fortificazione contemporanea

V.I. La crisi della granata torpedine

Fino al 1885 era stata adoperata, come carica interna delle granate, la polvere nera tradizionale, dal momento che altri esplosivi allora disponibili erano troppo instabili e rischiavano di scoppiare quando la munizione era ancora nella camera del pezzo, per cui il loro impiego si era limitato alle opere di mina[96]. In questi anni, tuttavia, furono studiate sostanze esplosive stabili in grado di evitare scoppi prematuri: questi studi portarono alla sintetizzazione del fulmicotone in Germania e della melinite in Francia, entrambi fino a 4 volte più potenti della polvere nera nell'azione contro la muratura[97] [98]. Per aumentare la potenza esplosiva delle granate, queste furono allungate fino a 6 calibri e le pareti furono assottigliate, da cui i termini obus e shell, cioè guscio/conchiglia. Lo scoppio avveniva grazie a un innesco a base di fulminato di mercurio azionato da una spoletta, che poteva essere impostata per far detonare la granata all'impatto o con un certo ritardo, incrementando l'azione distruttiva della granata, che aveva raggiunto la massima penetrazione possibile all'interno del materiale. Questa munizione prese il nome di *granata torpedine*[99].

Per verificare quali potessero essere gli effetti degli esplosivi ad alto potenziale combinati ai proietti d'artiglieria, nei poligoni in tutta Europa, tra il 1883 e il 1888, furono condotte delle prove che misero in luce la grave vulnerabilità dei forti contemporanei, a Cosel, Kummersdorf, Malmaison, Bourges etc.

V.I.I. Austria

Sebbene non sia pienamente accostabile alle altre esperienze, già nel 1865, a Wiener Neustadt, vennero testati gli effetti di una carica di circa 13 kg di fulmicotone posta all'estradosso di una volta in muratura spessa 80 cm e contro un muro indipendente spesso 65 cm, dimostrando in entrambi i casi la capacità di aprirvi brecce di poco superiori a 1 metro[100].

V.I.II. Germania

La prima prova vera e propria avvenne a Kosel, nel 1883, quando le granate-torpedini da 21 cm, lunghe 6 calibri, dimostrarono di essere in grado di perforare volte in laterizio spesse 1 m, coperte da 80 cm di calcestruzzo e 1-2,5 metri di terra[101]. Le granate utilizzate, prima in ghisa, erano fabbricate in acciaio, permettendo di assottigliare le pareti del proietto e contenere una maggiore quantità di fulmicotone, ora in dischi compressi e non più in grani, dunque con una densità maggiore.

Un anno più tardi, a Kummersdorf, una granata ordinaria di 21 cm, a un angolo di 45° e una distanza di 2500 metri, fu in grado di penetrare dai 2 ai 2,6 metri nel terreno sabbioso del poligono. Una granata perfezionata con pareti leggermente più sottili che nel caso precedente[102], tirata a un angolo di 60° da una distanza di 3000 metri, penetrò nello stesso terreno fino a una profondità dai 4 ai 5 metri. Una minore differenza venne riscontrata nei terreni argillosi, dove le nuove granate potevano arrivare fino a 6 metri. Un aspetto interessante è che, con masse coprenti di terra inferiori ai 5 metri su strutture laterizie, l'effetto dello scoppio, a diretto contatto con la muratura, era incrementato dalla terra sovrastante che, agendo da tappo, concentrava l'effetto dello scoppio contro la volta. Dimostrarono, inoltre, che una volta di 1 metro di spessore, coperta da 3 metri di sabbia, veniva regolarmente perforata, ma poteva resistere se la massa coprente è di 5 metri[103]. Tre metri di calcestruzzo, senza copertura di terra, si dimostrarono a prova di granata torpedine, anche se è da considerare che quelle tedesche contenevano circa il 30% di carica esplosiva in meno rispetto ai corrispettivi francesi, e che la potenza dei due tipi di composti usati era pressoché la stessa a parità di peso[104].

V.I.III. Francia

Nel 1886 il forte di Malmaison, ultimato appena 3 anni prima e costruito secondo l'Istruzione del 9 maggio 1874, fu sacrificato sull'altare della conoscenza. Venne bombardato da una distanza di 2300 metri da pezzi da 120, 155, mortai da 190 e da 220 e dopo relativamente poco, venne smantellato e reso completamente inutilizzabile[105]. La muratura del forte fu regolarmente perforata e nei muri di scarpa si formarono grosse fessurazioni indipendentemente dal cratere prodotto dalla granata.

Gli impatti sulla strada coperta avevano un effetto ribaltante sulla controscarpa; in alcuni casi una singola granata da 22 cm fu sufficiente per sventrare, con una breccia di 4 metri, la volta in muratura spessa fino a un metro e mezzo di una polveriera, coperta da 3 a 6 metri di terra. Le caponiere furono facilmente demolite, tanto una granata di uguale calibro, caricata con 33 kg di melinite, fu in grado di aprirvi una breccia di 8 metri, e i blindaggi in legno o binari ferroviari non offrirono alcuna resistenza apprezzabile. Le griglie metalliche diedero invece ottimi risultati, conservando la propria funzione di ostacolo anche a fronte del bombardamento, lasciandosi trapassare senza subire particolari danni. Lo scoppio delle granate all'interno degli spazi angusti del forte era

96 I. Hogg, p. 183
97 A. Brialmont, *Influence du tir plongeant e des obus torpilles sur la fortification*, E. Guyot, Bruxelles, 1888, p. 334
98 Il fulmicotone si ottiene dalla reazione di acido solforico e acido nitrico applicati a cotone secco, menter la melinite è il prodotto della reazione di acido nitrico con fenolo
99 M. Borgatti, pp. 258-259
100 E. Rocchi, « Nota A, Riassunto dei risultati delle esperienze sull'azione dei nuovi proietti esplodenti nelle murature e nella terra », in *Rivista d'Artiglieria e Genio*, Vol II, 1892, p. 12
101 A. Brialmont, 1885, p. 124
102 E. Rocchi, p. 14
103 A. Brialmont, 1885, p.125
104 A. Brialmont, 1888, p. 337
105 P. Truttmann, *La barrière de fer: L'architecture des forts fu Général Séré de Rivières (1872-1914)*, Editions Gérard Klopp, Thionville, 2017, p. 92

in grado di far rovesciare le pareti perforate e di generare un'onda d'urto tale da diffondersi e avere lo stesso effetto sulle casematte vicine: una breccia di 15 metri fu aperta dalla detonazione di una granata dentro una galleria di scarpa[106] [107]. In realtà questo esperimento diede dei risultati tecnici piuttosto che tattici: come 60 anni prima a Woolwich, infatti, il tiro venne eseguito a una distanza relativamente breve, senza tenere in considerazione l'azione dell'artiglieria del forte che avrebbe costretto quella dell'assediante a posizionarsi a una distanza maggiore, rendendo il puntamento più difficoltoso.

Le inquietanti prospettive che sembrarono aprirsi di fronte agli ingegneri militari furono infatti presto ridimensionate grazie a nuove prove condotte presso il poligono di Bourges dal 1886 al 1887. I test furono effettuati su volte di muratura e calcestruzzo di vari spessori. Rispetto al terreno argilloso di Malmaison, la penetrazione delle granate nel suolo roccioso di Bourges fu drasticamente inferiore, fino a un massimo di soli 2,4 metri. La muratura, anche se molto spessa, si confermò eccessivamente vulnerabile, per la propagazione irregolare delle vibrazioni nella malta e nei mattoni che conduceva a pericolose fessurazioni anche sulla superficie interna. Il calcestruzzo, al contrario, pur non completamente stagionato per la fretta con la quale vennero avviati i test, dimostrò una resistenza promettente. Nel caso di una volta composta da strati sovrapposti, ciascuno di 1 metro di spessore, di muratura, sabbia, calcestruzzo e terra, il calcestruzzo venne scoperto, danneggiato e disgregato per tutto il suo spessore, e la volta danneggiata. Al contrario, in una volta costruita alla maniera di quelle del 1874 e coperta da un carapace di 2,9 metri di calcestruzzo, una granata fu in grado di generare un imbuto di soli 30 cm, più profondo di altri 15 cm circa per ogni granata successiva che impattasse nello stesso punto e fino a un massimo di 0,9 m: le macerie nel cratere, infatti, facevano da cuscinetto e smorzavano l'impatto dei colpi successivi[108]. Nonostante fosse stata trovata apparentemente una soluzione al problema, si ritenne comunque opportuna la necessità di inserire uno strato di sabbia tra le volte in muratura e il carapace. Divenne chiaro che tutti i locali interni e le pareti verticali della fortificazione dovevano necessariamente essere sottratti al tiro diretto, anche se in calcestruzzo, e che le masse coprenti, da realizzarsi in terreno roccioso, dovevano essere molto spesse, altrimenti avrebbero solo permesso di massimizzare l'azione delle granate a contatto con l'estradosso delle volte[109].

Un migliore studio su manufatti cementizi venne portato avanti a Chalons nel 1888, in particolare in calcestruzzo al quarto, ad alto contenuto di cemento[110]. Contro una scarpa in questo materiale fu possibile aprire una breccia dopo ben 33 colpi successivi e in generale la profondità degli imbuti generati non superava i 60 cm. Si tornerà su queste prove nella sezione dedicata alle corazzature.

106 L. Piarron de Mondesir, *Cours de fortification: la fortification cuirassée et le fortresses au début du XXe siècle*, Ecole Supérieure de Guerre, Parigi, 1906, pp. 76-78
107 M. Borgatti, p. 259
108 A. Brialmont, 1888, pp. 337-338
109 L. Piarron de Mondesir, pp. 79-81
110 E. Rocchi, p. 32

V.I.IV. Italia

Per sano campanilismo, si ricorda che simili esperimenti ebbero luogo anche in Italia, a Ciriè e Palmanova. Dal momento che le prove e i risultati sono pressoché identici a quelli già riportati, sarebbe ripetitivo addentrarsi nei dettagli, ma un dato riportato dal Borgatti ci dà una misura tangibile della potenza delle nuove granate: le zolle di terra smosse dallo scoppio venivano proiettate a 50 metri, e fino a 130 m per singoli sassi[111].

Alcune interessanti osservazioni sul comportamento delle granate torpedini sono fornite dal Brialmont, il quale sottolinea come gli effetti non siano proporzionali alla carica né alla lunghezza del proietto, poiché la parte della carica che non è penetrata nel materiale al momento dello scoppio avrà un contributo molto limitato. Pertanto, nel tiro contro cupole e strutture in calcestruzzo non rivestite di terra, granate di lunghezza superiore ai 3 calibri e mezzo saranno inefficienti. Al contrario, l'impiego di masse coprenti permette di massimizzare l' effetto esplosivo di granate di lunghezza superiore, poiché il proietto assume una direzione tangente alla superficie della volta, con il suo centro di gravità vicino all'estradosso.

L'apparizione delle granate-torpedine non fu, però, l'unica innovazione a determinare il rinnovamento delle fortificazioni permanenti. Il perfezionamento delle spolette temporizzate rese più efficace l'utilizzo delle granate a frammentazione, in particolare l'invenzione di spolette a doppio effetto, permise alla medesima munizione di poter scoppiare al di sopra dei difensori al riparo di un parapetto, se temporizzata, o di detonare all'impatto come una normale granata da demolizione[112]. Brialmont sminuì il pericolo che rappresentavano, additando gli obiettivamente scadenti risultati ottenuti dell'artiglieria di fortezza francese contro le batterie prussiane, parzialmente interrate, durante l'assedio di Parigi[113], ma la cosa può essere imputata in gran parte alla disposizione assolutamente inadeguata dei pezzi sui forti francesi e una scarsa abilità nel tiro da parte della guarnigione[114]. In ogni caso, divenne chiaro che le batterie allo scoperto, ancora così prevalenti nei forti del periodo, avessero fatto il loro corso.

Il quadro si completa con una terza invenzione, quella della polvere infume. La polvere nera adottata sino ad allora presentava diversi inconvenienti, primo fra tutti la produzione di dense coltri di fumo che in breve rendevano difficile vedere il proprio bersaglio e che in secondo luogo

111 M. Borgatti, p. 260
112 M. Borgatti, p. 254
113 Brialmont, 1888, p. 54
114 G. Sydenham Clarke, p. 60

segnalavano chiaramente la posizione del tiratore. La sua combustione, inoltre, produceva un residuo solido che si depositava nella canna e che incideva negativamente sulla precisione dell'arma dopo pochi colpi. Queste problematiche vennero risolte, tra il 1882 e il 1884, dal chimico francese Paul Vieille, con la stabilizzazione di un composto a base di nitrocellulosa in grado di bruciare senza quasi alcun residuo e senza fumo, la *Poudre B*[115]. L'invenzione fu immediatamente coperta dal segreto militare, ma non sarebbero serviti che pochi anni affinché le altre potenze si dotassero di composti simili, come la cordite in Gran Bretagna e la balistite in Italia[116]. Le implicazioni erano diverse e avvantaggiavano in misura diversa, nel campo delle fortificazioni, l'attacco e la difesa. Da un lato, infatti, le batterie dell'assediante diventavano virtualmente impossibili da individuare, mentre la posizione dei forti era ben nota e la loro altezza, prima necessaria per avere comando sul terreno circostante, ora li rendeva solo dei bersagli più facili. Ma una conseguenza secondaria, a esclusivo beneficio della difesa, era che l'assenza di residui e la rapida combustione non conducevano più all'inceppamento dei meccanismi delle armi da fuoco automatiche, e dunque la polvere infume ebbe un ruolo di primo piano nell'introduzione di mitragliatrici, nel senso attuale del termine, nella difesa ravvicinata delle fortificazioni.

115 Y. Bergman, «Paul Vieille, Cordite & Ballistite.», in *Icon*, Vol. XV, 2009, pp. 40–60

116 M. Borgatti, p. 262

V.II. I nuovi materiali al servizio della fortificazione

I progressi tecnologici sembravano aver nuovamente spostato l'ago della bilancia a favore dell'attaccante e questo richiedeva, naturalmente, nuovi accorgimenti per aggiornare quanto era stato avviato appena un decennio prima e, sepossibile, la concezione di un sistema ex novo.

V.II.I. Le corazzature metalliche

A partire dalla comparsa delle granate-torpedini, si assistette a una totale rivoluzione nella concezione dell'artiglieria di fortezza, ridotta in numero ma collocata in posizioni quasi completamente inespugnabili grazie a corazze metalliche spesse talvolta fino a quasi un metro, in grado di offrire protezione contro qualsiasi tipo di tiro, di qualsiasi calibro. Da qui, torri, cupole girevoli, scudi, casematte, interamente realizzati in metallo e, dove necessario, in impianti completamente chiusi, ora possibile grazie all'invenzione delle polveri infumi.

La storia delle corazzature metalliche affonda le sue radici, ancora una volta, nella storia navale. Sarebbe possibile ripercorrerla fino all'antichità per constatare che l'idea di rivestire un'imbarcazione con fogli di metallo di varia natura non fosse radicalmente innovativa, ma per non divagare eccessivamente dagli obiettivi di questa tesi è saggio rifarsi ai casi cronologicamente più vicini, interessati in certa misura dagli stessi avvenimenti che sconvolsero le fortificazioni terrestri.

La prima apparizione di qualcosa assimilabile a una nave corazzata furono le batterie galleggianti franco-spagnole impiegate nel Grande Assedio di Gibilterra, con le loro "mura" di sabbia, legno, barre di ferro e stuoie di cuoio. A queste seguirono delle prove in Inghilterra sulla resistenza del ferro battuto come reazione all'invenzione di un primo obus esplosivo da parte di Paixhans negli anni Venti dell'Ottocento, ancora inefficace contro le murature, ma devastante contro il fasciame in legno dei vascelli dell'epoca. Fu così che negli anni Cinquanta, durante la guerra di Crimea, i francesi schierarono nuovamente delle batterie galleggianti corazzate[117] (***fig. V.II.1***), rivestite da piastre in ferro prodotte dalle fonderie di Creusot, che permisero loro di posizionarsi a breve distanza dalle postazioni russe e di bombardarle impunemente, immuni alle granate e alle palle di cannone[118]. Tra il 1858 e il 1861, Francia e Inghilterra si contesero il primato per l'introduzione delle prime vere ironclads oceaniche, con la *Gloire* (***fig. V.II.2***) e la *HMS Warrior* (***fig. V.II.4***), entrambe con propulsione anche a vapore, e di un sottofondo in legno a cui era fissato un *cladding* in ferro[119]. La commissione britannica incaricata di seguire gli svilup-

117 Bisogna tenere a mente che sono ancora gli anni, gli ultimi, della propulsione a vela, e dunque una nave d'altura corazzata sarebbe stata semplicemente impensabile, troppo pesante e goffa. La corazzatura si poteva prestare solo per azioni costiere, per cui le batterie galleggianti erano l'ideale.

118 J. R. Hill, *War at sea in the Ironclad Age*, Cassel&Co, Londra, 2000, p. 25; J-P. Passaqui, « Schneider Et Cie, De La Sidérurgie Aux Constructions Navales » in *Actes Du Colloque Marines Et Entreprises, XVIIe-XIXe Siècles, 7e Rencontres d'Histoire De La Métallurgie*, Guérigny, 2007, pp 235-256

119 C'è una certa confusione riguardo alla natura del ferro impiegato sulla *Gloire*. In francese lo si ritrova in diverse forme, *fer laminé* e *fer forgé*, che potrebbe anche lasciare intendere si trattasse di ferro prodotto per laminazione, in contrapposizione a quello battuto, o *wrought iron* in inglese, di cui è composta la corazza della *Warrior*. Allo stesso tempo, negli articoli del

pi futuri concluse inizialmente che la proprietà più importante fosse la durezza e che dunque la naturale evoluzione sarebbe stata l'acciaio. Senonché l'acciaio di allora era così fragile da disintegrarsi sotto l'urto delle cannonate, un considerevole inconveniente per un'applicazione navale, specie nell'ipotesi di realizzare scafi interamente metallici. Per il momento, quindi, l'attenzione si concentrò su metalli dolci e tenaci, capaci di assorbire l'energia dell'impatto indentandosi senza fratture. Inizialmente le piastre erano ottenute scaldando ferro di scarto o pudellato per poi pressarlo con immensi martelli a vapore fino a fondere la massa in un unico pezzo dello spessore desiderato, e qualche anno più tardi fu introdotto il processo di laminazione, che garantiva risultati più omogenei e di maggiore qualità, finendo per soppiantare quasi interamente il precedente[120]. Mentre in Europa le ironclads prendevano piede, dall'altra parte dell'Atlantico la guerra tra l'Unione e i Confederati vide uno degli scontri più significativi della storia, quando nel 1862, ad Hampton Roads, lo *USS Monitor* e la *CSS Virginia* (***fig. V.II.3***) si trovarono faccia a faccia, nel primo scambio di bordate tra due navi corazzate, che si risolse dopo diverse ore in un nulla di fatto, poiché nessun cannone montato a bordo era in grado di perforare la nave avversaria. Se la nave confederata mostrava un approccio più conservativo, trattandosi di fatto di una casamatta galleggiante, il Monitor costituì la prima applicazione di una cupola corazzata rotante, ideata dallo svedese Ericsson[121] e composta da 8 strati di ferro laminato rivettati[122]. L'evidente invulnerabilità delle corazzate contro i cannoni dell'epoca, sia rigati che non, portò naturalmente alla ricerca di un strumento che fosse in grado di affondarle. Il risultato fu un proietto in ghisa la cui punta era indurita raffreddandola in acqua, capace di perforare facilmente il ferro battuto, decretando la fine delle corazze in metalli dolci, che facevano affidamento sulla tenacia e alla duttilità del metallo per contenere la forza dell'impatto localmente, in favore delle corazze dure, che invece sfruttavano questa proprietà per infrangere le granate in arrivo.

Erano ormai i primi anni di quello

periodo in lingua inglese viene utilizzato lo stesso termine anche in riferimento alla *Gloire*, e non *rolled* o *laminated*. Un articolo del Scientific American («La Gloire», in *The scientific American*, vol IV, n° VII, 1861, p. 97) riporta specificamente che si tratta di "*hammered, wrought iron plates*". Ancora, viene definito *fer puddlé* (Ministère de la Marine, *Matériel de guerre, construction navale*, Imprimerie Générale Lahure, Parigi, 1908, p. 62), lo stesso impiegato, per esempio, nella costruzione della Torre Eiffel. Il puddellaggio richiede che la massa metallica sia parzialmente fusa, dunque è improbabile si trattasse di ferro prodotto con il processo di *rolling*, che consisteva nella fabbricazione di una singola piastra facendo passare attraverso dei rulli un certo numero di "fogli" di ferro impilati, portati al punto di fusione (W. Fairbairn, W. Pole, p. 354), metodo che per altro sarebbe comparso in Inghilterra solo a *Warrior* ultimata. Fu lo stabilimento di Saint-Chamond, fondato da Petin e Gaudet, a occuparsi della produzione delle blindature della *Gloire* (L. Figuier, *Les Merveilles de la science, ou description populaire des inventions moderne*, vol. III, Furne, Jouvet & Cie, Parigi, 1867, p. 533)e qui, ancora almeno fino al 1874, le piastre venivano fabbricate saldando e martellando diverse lamine di ferro (https://archives.saint-etienne.fr/histoires-stephanoises-1/tranches-dhistoire/petits-metiers-commerces-et-industries/les-forges-et-acieries-de-la-marine-et-des-chemins-de-fer , consultato in data 01/05/2026), formando una piastra che si potrebbe, sì, definire *laminé*, ma affatto associabile al processo di laminazione, con laminatoio a rulli. Questa puntualizzazione tornerà utile più avanti, quando si tratterà delle prime corazzature applicate ai forti francesi.

120 W. Fairbairn, W. Pole, *The life of Sir William Fairbairn, Bart*, Longmans, Green & Co, Londra, 1877, pp. 347-354

121 Rudi Rolf, *Die deutsche Panzerfortifikation, die Panzerfesten von Metz und ihre Vorgeschichte*, Biblio, Osnabrück, 1991, p. 47

122 https://monitor.noaa.gov/150th/construction.html consultato in data 30/04/2026

che abbiamo definito *secondo periodo della fortificazione permanente contemporanea* e gli ingegneri militari potevano contare su un considerevole bagaglio di esperienza maturata in ambito navale da applicare alle fortificazioni terrestri. Nella costruzione del nuovo imponente campo trincerato di Anversa nel 1863, Brialmont ricorse all'installazione di cupole corazzate di forma tronco-conica su progetto di Coles[123] (***fig. V.II.5-7***), già ideatore di modelli imbarcati su navi inglesi e che si erano dimostrate robuste[124]. Non si scenderà nei dettagli di questi forti, che presentano un impianto peculiare e diverso da quelli visti finora, ma è importante rilevare la presenza di queste cupole nei salienti tra il fronte e i fianchi, nonché nell'imponente ridotto casamattato in gola, per consentire un fiancheggiamento costante in qualsiasi fase di un possibile assedio e che viene protetta alla base da un muro in granito spesso due metri rivolto verso l'esterno, preceduto da ulteriori sei metri di terra sabbiosa, e chiuso sui restanti lati da un muro in mattoni o calcestruzzo spesso un metro. Nel 1870, altre cupole rotanti vennero aggiunte nei vicini forti di Escaut (***fig. V.II.8***), adottando un modello diverso di forma cilindrica e migliori per la facilità di manutenzione del meccanismo[125] .

Così, nel 1868, Hermann Gruson iniziò a sperimentare l'adozione della ghisa temprata per la fabbricazione di corazze per fusione, che potevano assumere forme più complesse rispetto a quelle possibili con il ferro battuto e dunque deflettere i colpi in arrivo[126]. La ghisa finale era ottenuta unendo due ghise grezze, una bianca ad alta carbonatazione per raggiungere la durezza desiderata e una grigia dolce. Un'eccessiva durezza avrebbe reso la corazza troppo fragile e proprio questa problematica rendeva impossibile l'impiego dell'acciaio, almeno fino a quando il progresso non avesse fornito nuove tecniche produttive. Il raffreddamento consentiva di ottenere una transizione graduale tra le due ghise grezze, con una struttura fibrosa orientata perpendicolarmente alla superficie che sfumava verso una struttura granulosa nella parte interna. Il pezzo che risultava univa il meglio dei due materiali: una superficie esterna estremamente dura, capace di opporsi efficacemente alla perforazione, e una interna elastica che preveniva la frantumazione dell'intero pezzo sotto l'urto dei proietti[127], simile a quanto sarebbe accaduto, più tardi, con la cementazione dell'acciaio. Le prime prove di fattibilità vennero condotte contro un prototipo di casamatta costiera in ghisa (***fig. V.II.9***), a forma di bulbo e composta da "spicchi" il cui spessore arrivava fino a 66 cm. L'esperimento dimostrò la validità della ghisa temprata come corazza, ma nonostante tutte le granate si fossero frantuamte all'impatto, non mancarono di generare cricche nel

123 Di fatto la torretta Ericsson del *Monitor* fu derivata da un progetto di Coles.

124 A. Brialmont, *Études sur la defense des états et sur la fortification, Tome II*, E. Guyot, Bruxelles, 1863, p. 109

125 A. Brialmont, *Traité de fortification polygonale, Tome II*, Dumaine, Parigi, 1869, pp. 71-72; P. Truttmann, p. 342

126 I. Hogg, p. 162

127 J. von Schütz, *Gruson's chilled cast armor, translated into English by Commander H. H. Grenfell*, Whitehead, Morris & Lowe, Londra, 1887, pp. 7-8

metallo[128]. Il problema si ripresentò nel 1873, quando Gruson propose un progetto per una cupola in ghisa più economica rispetto a un modello in ferro laminato portato avanti da Schumann (***fig. V.II.11-12***). Con l'idea di raggiungere la stessa resistenza, venne imitato lo spessore della corazza in ferro laminato, questa volta di 35 cm, senza considerare le differenti proprietà dei due metalli, risultando in crepe radiali intorno ai punti d'impatto che crescevano con ogni colpo successivo, fino a dividere la piastra. Questo non finì per stroncare l'impiego della ghisa, ma piuttosto dimostrò che con spessori minori il ferro laminato avesse caratteristiche migliori. Ancora, nel 1874, una casamatta spessa fino a 90 cm venne testata per possibili applicazioni di difesa costiera, resistendo con una tenacia sufficiente da essere valutata adatta a uno scenario bellico reale. Tra le gradite osservazioni, la forma peculiare della casamatta, raggiungibile solo grazie alla fusione, faceva sì che i frammenti prodotti dalle fessurazioni non potessero cadere all'interno e anzi rimanessero al loro posto per via del grande spessore e peso, continuando di fatto a svolgere la propria funzione[129]. Negli stessi anni in cui Gruson si faceva pioniere dell'impiego della ghisa, il capitano Schumann promuoveva in Germania l'introduzione della corazza nelle fortificazioni, progettando già nel 1862 una cupola girevole e installando le prime casematte corazzate nella storia tedesca presso il forte Bingen di Magonza[130] (***fig. V.II.16***). Nel 1866, poi, presentò una casamatta in ferro battuto (***fig. V.II.17***) di chiara ispirazione inglese, figlia del viaggio intrapreso in Gran Bretagna nel 1863 per seguire gli sviluppi relativi all'impiego del ferro nelle fortificazioni oltre la Manica[131]. Fu proprio in risposta a questo progetto che Gruson presentò la sua prima casamatta in ghisa, dando inizio a una breve rivalità tra i due che si sarebbe conclusa pochi anni dopo, quando Schumann abbandonò l'esercito per motivi di salute.

La Francia era rimasta più indietro rispetto a Germania, Belgio e Inghilterra e fu solo la batosta subita nel 1871 a risvegliare l'interesse verso l'applicazione del metallo nelle fortificazioni. La commissione del 1874 avanzò la proposta di impiegare casematte blindate per coprire un quarto o un quinto dell'artiglieria di fortezza e vi seguì la *Commission des Cuirassements*, composta da figure appartenenti a svariati settori, artiglieria, marina e genio, tra cui spicca il nome di Mougin, segretario della commissione e aiutante di campo di Séré de Rivières[132], e che supervisionerà per anni prove condotte a Gavres su diversi materiali, prototipi di casematte e torrette[133]. L'acciaio continuò ad essere scartato in virtù della sua fragilità e la ricerca francese si orientò su quanto finora avesse già dato buona prova di sé: il ferro laminato, ormai ben consolidato e dimostratosi superiore a quello *martellé* alle prove di Shoeburyness del 1868[134], e la ghisa indurita, la quale divenne per alcuni anni la prima scelta per la fabbricazione di corazze.

Il dominio della ghisa non era destinato a perdurare. L'impiego di leghe d'acciaio nella produzione di proietti, prima con cromo e poi nichel e capaci di eliminarne il comportamento fragile, finirono per vanificare il vantaggio costituito dalla durezza della ghisa indurito, mentre il ferro laminato non risentì ugualmente di questo choc[135]. Così, proprio in concomitanza con la crisi delle granate-torpedini, anche gran parte delle blindature furono rese obsolete, seppur per ragioni completamente diverse.

Lo sviluppo di una corazza con una superficie dura e un dorso duttile trovò una via alternativa in Inghilterra con la produzione di piastre composite, inizialmente ottenute saldando una piastra d'acciaio a una di ferro. Il brevetto Wilson, impiegato anche in Francia e in Germania, prevedeva la laminazione di una lastra di ferro, portata a temperatura di saldatura e posizionata in uno stampo di ferro nel quale veniva successivamente colato l'acciaio fuso. La sua temperatura maggiore riusciva a carbonatare il ferro a una profondità di circa 1 cm, creando una zona di transizione di semi-acciaio che legava saldamente i due metalli. Un brevetto successivo prevedeva che venisse versato acciaio dolce sopra alla piastra in ferro battuto, per poi riscaldarla nuovamente, laminarla e versare un ulteriore strato di acciaio ad alta durezza[136]. Anche questa soluzione, tuttavia, diede scarsi risultati nelle prove a Saint Chamond nel 1884[137].

Coincidentalmente, proprio nel 1885, lo Stato Maggiore rumeno elaborò un piano per dotare Bucarest di un campo trincerato assolutamente all'avanguardia, da realizzarsi sotto la direzione esperta di Brialmont, e fondato su pochi forti dotati di un considerevole parco di artiglieria corazzata. Quale corazza fosse da adottare, tuttavia, non fu deciso a priori, ma venne bandito un concorso aperto ai due maggiori produttori mondiali di torrette: le fucine Saint Chamond, con un progetto di Mougin, e la Grusonwerk, con un progetto di Schumann. La cupola francese (***fig. V.II.19***) era chiaramente derivata da quella cilindrica di Coles di un paio di decenni prima, composta da un semplice tamburo di cinque piastre in ferro laminato, imbullonate tra loro, mentre quella tedesca (***fig. V.II.18***) adottava un sistema misto: si trattava infatti di una calotta sferica ribassata formata da sei spicchi, di cui tre in ferro laminato e tre in acciaio composito[138], che convergevano in una sezione centrale esa-

128 La tabella dei risultati relativi a ogni colpo esploso è reperibile alle pagine 22 e 23 del testo di von Schütz.
129 *Ivi*, pp. 18-44
130 L. Piarron de Mondesir, p. 29
131 R. Rolf, p. 50
132 L. Piarron de Mondesir, p. 19
133 P. Truttmann, p. 343

134 A. Brialmont, *Tome II*, 1869, p. 307
135 P. Truttmann, p. 359
136 J. M. Califf , «The development of armor», in *The railroad and engineering journal*, vol LXIII, 1889, pp. 571
137 P. Truttmann, p. 359
138 La Grusonwerk iniziò ad affiancare alla ghisa, limitatamente alle fortificazioni terrestri, il ferro laminato solo quando le tecniche produttive permisero di realizzare grandi pezzi curvi, di una resistenza adeguata e a un costo contenuto.

gonale[139]. Entrambe erano dotate di un'avancorazza in ghisa temprata, affogata in un anello di calcestruzzo di cemento Portland e un parapetto in sabbia[140]. Entrambe erano armate con due cannoni nell'ordine dei 15 cm di calibro, nonostante l'esplicita disapprovazione di Schumann per questo tipo di configurazione. Da un punto di vista puramente *formale*, dall'esperimento di Cotroceni la forma cilindrica emerse sconfitta, in quanto meno propensa a deflettere i proietti in arrivo e con una sagoma più sfuggente, tanto che per mettere a segno 58 colpi fu necessario spararne 95 contro quella francese e 160 contro quella tedesca. La forma cilindrica era anche più vulnerabile ai colpi che impattavano vicino alla feritoia. Messa da parte la questione della forma, l'aspetto costruttivo era decisamente più problematico: i gusci e la placca di copertura erano fissate a una doppia calotta formata da due lamiere spesse 20 mm ciasciuna, rivettate tra loro, mentre le placche maggiori erano fissate tramite incastri a coda di rondine. Gli impatti sulle giunture non ebbero effetti particolari, eccetto la proiezione di alcuni bulloni a grande velocità verso l'interno della torretta. I fumi tossici all'interno erano ancora problematici, ma l'adozione di polveri infumi e di affusti senza rinculo avrebbero facilmente risolto il problema. L'impiego di freni idraulici avrebbe permesso di ridurre la sporgenza della volata ad appena 30 cm, corrispondenti alla lunghezza del rinculo, e dunque di ridurre la dimensione del rigonfiamento in prossimità delle feritoie per proteggere la canna del pezzo. Il fatto che la cupola tedesca ruotasse intorno a un perno centrale, e non su un una corona con rulli alla base della torretta, riduceva grandemente la precisione del tiro, poiché essa risultava fuori asse dopo essere stata colpita. Influiva negativamente anche lo sfasamento nel fuoco dei due cannoni, per cui il rinculo del primo imprimeva una leggera rotazione della torretta, impattando negativamente sul puntamento del secondo[141], problema risolto nel caso francese azionando elettricamente entrambi i pezzi contemporaneamente[142]. La rotazione su perno centrale si dimostrò inferiore, nel caso di una cupola per doppi cannoni, per via dell'immenso peso che gravava sul cuscinetto in glicerina sul quale era sospesa e che ne permetteva la rotazione. Se infatti un qualsiasi incidente, caso non da escludere nel caso di un bombardamento, avesse provocato la fuoriuscita del liquido, sarebbe stato impossibile imprimere la rotazione a sola forza di braccia. In impianti più leggeri, a un pezzo solo, questa configurazione era invece possibile e in una certa misura anche conveniente, poiché era possibile sollevare leggermente la cupola per agevolare il puntamento, per poi abbassarla prima dello sparo per evitare qualsiasi movimento[143]. Infine, l'elevazione del pezzo intorno a un perno posizionato alla volata avrebbe consentito di ridurre a pochi millimetri lo spazio tra la canna e la feritoia, o addirittura di eliminarlo del tutto, come nell'affusto a sfera Krupp, negando la possibilità alle granate di raggiungere fortuitamente l'interno attraverso quest'apertura. Saranno trattate meglio in seguito le varie tipologie di cupole impiegate nei forti francesi e tedeschi. Per il momento è sufficiente riportare gli spunti che emersero da questo esperimento, il quale si concluse, apparentemente, con una netta vittoria francese, dal momento che il governo rumeno chiuse un contratto da 21 milioni di franchi esclusivamente con Saint Chamond. La notizia venne ovviamente ricevuta con grande gioia dai giornali francesi, che arrivarono a considerarlo il segnale del superamento dell'industria siderurgica francese su quella tedesca[144], opinione accolta non senza polemica da von Schütz, figura già incontrata per i suoi rapporti sui test alla Grusonwerk, in qualità di ingegnere, e che ora ne era diventato direttore. In risposta a queste dichiarazioni, infatti, stese un breve pamphlet il cui titolo si può tradurre come *Costruzioni corazzate tedesche e imitazioni francesi,* che, pur non brillando per imparzialità - come anche la letteratura contemporanea francese[145] -, è una preziosa fonte di innumerevoli disegni di progetti di torrette. Un punto sollevato da von Schütz non può però essere trascurato: a dispetto dell'esito della competizione, il governo belga, senz'altro avvalendosi del parere di Brialmont, che supervisionò gli esperimenti di Cotroceni e che ne restituì un esteso rapporto, per i nuovi forti di Liegi e di Namur emanò un ordine di centaquarantasette torrette di varia natura, di cui solo cinquantaquattro commissionate all'industria francese. Si trattava della più grande commessa fino ad allora di questo tipo di manufatti[146] e non è da escludere che la scelta di diversificare i fornitori sia stata legata a questioni pragmatiche, tuttavia è innegabile la preferenza per le produzioni di Magdeburgo, eccezion fatta per le torrette per doppi cannoni, le sfavorite in ambito germanico, e che furono qui scelte perchè più economiche. In ogni caso, le innegabili somiglianze tra i nuovi progetti Saint Chamond (***fig. V.II.20***) e quelle presentate da Schumann (***fig. V.II.18***) non lasciano dubbi sul peso che l'industria tedesca ancora aveva nel settore[147].

A rivoluzionare, e a complicare, si-

139 R. Rolf, p. 59; P. Truttmann, p. 362

140 A. Brialmont, 1888, p.132

141 A. Brialmont, 1888, pp.136-146

142 P. Truttmann, p. 363

143 A. Brialmont, 1888, p. 154

144 Anonimo, «Les tourelles de Saint-Chamond en Roumanie», in *Le Temps*, 8 Agosto 1891, p. 3

145 Truttman, per quanto fonte imprescindibile, non esita a definire il modello francese di Cotroceni superiore, ma non fa menzione delle commesse che la Gruson continuò a ricevere in gran numero.

146 L. Bertrand, «Les coupole cuirassées à canons des forts de Liège et de Namur», in *Revue du génie militaire*, vol. 2, n° V, 1891, pp. 170-179

147 L'impianto a muraglia cilindrica viene infatti abbandonato, in favore della calotta sferica ribassata composta da 2 a 3 piastre in ferro laminato, a seconda del diametro della torretta, fissate a una doppia lamiera interna di 20 mm di spessore mediante delle "viti" senza testa del diametro di 50 mm che si innestavano nelle piastre fino a una profondità di soli 40-50 mm. Il telaio in lamiera sottostante è virtualmente lo stesso della cupola tedesca a Cotroceni, migliorato con l'adozione di viti diverse per evitare il loro distacco sotto l'urto delle granate. La funzione secondaria di questo rivestimento interno era psicologica, come si vedrà anche nel caso dei ripari in calcestruzzo più avanti, in quanto impediva all'equipaggio della cupola di vedere eventuali fessure nella corazza (L. Beltrand, pp. 188-189). Sebbene l'acciaio Schneider fosse noto a Brialmont, che ne riconosceva la migliore resistenza, era ancora considerato troppo costoso e prono a fratturarsi, motivo per cui propense per il comprovato ferro laminato, in attesa che la metallurgia fornisse gli strumenti per progettare, in futuro, cupole in metallo per fusione, con forme più complesse ed efficienti, più spesse alla base e meno nella parte superiore (A. Brialmont, *Les régions fortifiées: leur application à la défense de plusieurs États européens*, E. Guyot, Bruxelles, 1890, p. 201). Altri progetti posteriori di Mougin riprendono elementi già presenti in realizzazioni Gruson precedenti, come l'anello di rulli senza perno centrale e

gnificativamente i progetti di torrette corazzate fu l'introduzione delle varianti a scomparsa, o *à eclipse,* che consentivano di scoprire la cannoniera soltanto al momento dello sparo elevando l'intera struttura, per poi farla discendere in modo da esporre esclusivamente la cupola superiore. Le già citate prove di Chalons del 1887 erano in primis orientate a indagare dei sostituti alla ghisa indurita e videro sperimentati un modello modificato del progetto di Cotroceni (***fig. V.II.20***), sempre in ferro laminato e presentato da Mougin, e un modello a scomparsa proposto da Bussière (***fig. V.II.21***), che aveva sostituito Mougin nella direzione della commissione delle corazzature. Per consentire il movimento della torretta, fu necessario riesumare la forma cilindrica, in questo caso spessa 45 cm e in metallo composito, coperto da un tetto piatto spesso 25 cm. L'elevazione avveniva principalmente tramite una macchina a vapore che azionava un pistone idraulico con l'ausilio di un contrappeso di 80 tonnellate, che permettevano di completare l'operazione in 13-14 secondi. Sottoposte al tiro di ogni tipo di artiglieria possibile, inclusi pesanti mortai da 270 mm, la cupola a scomparsa dimostrò una netta superiorità, anche se fu preferibile ripiegare su sistemi che ne consentissero l'elevazione esclusivamente a braccia, per evitare che il sistema a vapore potesse essere messo fuori combattimento, e un'operazione più rapida, di massimo 6 secondi. Un aspetto peculiare della cupola a scomparsa era che le granate vi potevano impattare solo sulla copertura, con un angolo tale da perdere gran parte della propria *forza viva*[148], a cui avrebbe potuto ulteriormente contribuire una forma a calotta sferica ribassata[149], che divenne un requisito per le cupole successive, così come il meccanismo per abbassare la torretta, per lo meno per quelle a tiro diretto[150] . A livello di materiale, l'acciaio Scheider si dimostrò capace di resistere alla penetrazione di granate cariche a melinite senza fratturarsi e la commissione concluse che l'*acier martellé,* in piastre di sufficiente spessore, sarebbe stato il materiale per la fortificazione del futuro[151]. Lo stabilimento Schneider a Creusot produceva il miglior acciaio per corazze[152] in circolazione, ma non erano ancora pronto alcun progetto che potesse essere fabbricato in serie[153]. Ancora una volta, però, i progetti francesi trovano un precedente tedesco, in alcuni progetti di cupole retrattili dei primi anni Ottanta, con un tamburo in lamiera sottile a supporto di una calotta più spessa, bilanciata da contrappesi a cui è fissata mediante due catene. Qui il pezzo dev'essere riportato completamente all'interno della cupola mediante un meccanismo a doppio pendolo (***fig. V.II.25***) prima di poterla abbassare, una soluzione ripresa in un progetto Hotchkiss-Creusot (***fig. V.II.26***). Un altro progetto, più simile a quelli che prenderanno piede in Francia, prevedeva un contrappeso collegato alla cupola da una colonna centrale mediante un lungo braccio, applicato a cupole per pezzi sia di piccolo che di grosso calibro[154] (***fig. V.II.22-23***).

Se da un lato sono innegabili le somiglianze tra alcuni progetti tedeschi e francesi, tipicamente di alcuni anni posteriori, allo stesso tempo non si può ridurre l'operato degli ingegneri francesi a una semplice copia di quanto avveniva oltre il confine. Il sistema a pistone idraulico presentato da Bussière a Chalons era assolutamente innovativo, seppure troppo complesso per uno scenario bellico, e altrettanto innovativa, seppur anche questa di scarso successo, fu la torretta basculante progettata da Mougin, che consentiva di coprire la cannoniera inclinandosi e non abbassandosi. Allo stesso tempo, in Francia la questione del movimento verticale di una piastra corazzata era già stato affrontato negli anni Settanta nei primi progetti di casematte blindate di Mougin, che facevano già affidamento a un sistema di contrappesi con catene.

l'anello in ferro battuto in cui poggia la cupola, riscontrabili nei progetti degli anni Settanta ma non, per dovere di cronaca, in quella di Cotroceni.

148 Con forza viva si intende, negli scritti dell'epoca, l'energia della granata al momento dell'impatto, cioè la combinazione della sua energia cinetica e dell'energia "chimica" del suo contenuto esplosivo. È interessante che venne constatato che per permettere l'azione di granate a testa ogivale fosse prima necessario colpire la cupola con granate a testa piatta, per irregolarizzare la superficie metallica ed evitare che le granate normali semplicemente vi scivolassero sopra. La punta piatta infatti ha un effetto *normalizzante* che permette alla granata di far maggiore presa sulla superficie e di assumere un angolo più vicino alla normale, agevolando la penetrazione nella piastra.

149 Il singolo esemplare di torretta Bussière venne infatti modificato con l'adozione di una copertura a calotta e installato nel forte di Souville, a Verdun.

150 P. Truttmann, pp. 363-364; L. Piarron de Mondesir, *II partie*, pp. 6-15

151 F. Lo Forte , «Il ferro nella fortificazione», in *Rivista di artiglieria e genio*, vol II, 1887, pp. 13-21

152 Già nelle prove di La Spezia del 1876, effettuate con cannoni di diverso calibro contro piastre di ferro battuto, miste di ferro e ghisa e in acciaio Schneider, le uniche a impedire la penetrazione di una granata dei colossali cannoni costieri da 100 tonnellate furono proprio quelle di acciaio, anche se furono frantumate (J. M. Califf , «The development of armor», in *The railroad and engineering journal*, vol LXIII, 1889, p. 570). La durezza superficiale di queste piastre non era stata ancora perfezionata e trascorsero alcuni anni di incertezza per stabilire la superiorità dell'acciaio alle piastre composite inglesi. Il processo produttivo consisteva nella fusione del metallo in lingotti da 75 tonnellate, ripetutamente scaldati e formati sotto un martello a vapore da 100 tonnellate, per poi essere temprati inizialmente con un bagno d'olio, poi in piombo fuso, che avrebbe permesso un raffreddamento più graduale (*Idem* , «The development of armor», in *The railroad and engineering journal*, vol LXIV, 1890, pp. 13-21) La competizione tra l'acciaio Schneider e il brevetto Wilson non aveva ancora trovato un chiaro vincitore: le prove condotte a Portsmouth nel 1888 e a Helder nel 1889 risultarono nella superiorità delle piastre composite di fabbricazione inglese su quelle in acciaio, sempre inglesi, e composite prodotte a Creusot. Il verdetto finale arrivò nel 1890, quando presso il poligono di Annapolis furono messe alla prova tre piastre: in acciaio martellato e acciaio al nickel, prodotte nelle officine francesi, e composita Wilson. La piastra in acciaio martellato dimostrò buona resistenza, ma l'impatto di un quinto colpo finì per creare delle fessurazioni, in alcuni punti passanti, che univano i crateri lasciati dagli impatti precedenti; nel campione in acciaio-nichel la penetrazione fu maggiore, ma non si formò nessuna fessurazione. Al contrario, la piastra composita venne perforata con consistenza e la superficie in acciaio duro quasi completamente disintegrata (*Idem*, «Recent experiments with armor plates», in *The railroad and engineering journal*, vol LXV, 1891, pp. 313-317; L. Bertrand, «Résultats d'expériences comparatives de tir sur des plaques en acier, en acier au nickel et en compound», in *Revue du génie militaire*, vol. I, n° V, 1891, pp. 170-179). La strada all'impiego dell'acciaio nelle corazzature navali era, dunque, aperta.

153 P. Truttmann, p. 363;

154 J. von Schütz, *Deutsche Panzerconstructionen und französische Nachahmungen*, Magdeburgo, 1892, pp. 18-24

V.II.II Il calcestruzzo

Il problema della muratura venne risolto, come indicato precedentemente, tramite l'adozione del calcestruzzo, il cui principale impiego era nella realizzazione di coperture orizzontali di ogni spazio che potesse cadere sotto il tiro delle nuove granate: volte di gallerie, ricoveri, depositi. L'idea di migliorare le volte in muratura già costruite con strati di sabbia di più di 5 metri, teoricamente più della massima penetrazione di una granata, poteva essere buona sulla carta, tuttavia l'imbuto provocato dal suo scoppio e il dislocamento della terra avrebbero reso le volte esposte a colpi ripetuti. Inoltre, non necessariamente le volte erano in grado di sopportare ulteriori sovraccarichi, né lo spessore di 5 metri sarebbe probabilmente stato all'altezza delle minacce future. Dopo le limitate esperienze di Kummersdorf non era ancora chiaro se il calcestruzzo fosse in grado di circoscrivere l'azione di scoppi ripetuti e si era avanzata l'idea di rivestirlo ulteriormente con uno strato *di sacrificio* composto da materiali a più elevata durezza. Ma questi materiali, granito, basalto o ferro, presentavano ciascuno i propri inconvenienti: il granito aveva un'eccessiva tendenza a fratturarsi, il basalto era reperibile in lastre di limitate dimensioni e richiedeva dunque troppe connessioni, il ferro era semplicemente troppo costoso[155]. L'impiego del calcestruzzo, invece, non richiedeva maestranze qualificate per la sagomatura delle pietre e risultava più economico, oltre che più tenace.

Non rimaneva, dunque, che capire se dovesse o no esserci una massa coprente. La questione era complessa, poiché era chiaro che la terra non fosse in grado di fornire una sufficiente protezione, a meno di non ricorrere a spessori esagerati, come i 10 metri dei forti di Copenhagen. Infatti, era necessario che tra il punto di detonazione della granata e l'estradosso della volta ci fossero ancora almeno 2 metri di terra, dunque lo spessore complessivo poteva oscillare tra i 6 metri per la terra sabbiosa e i 9 metri per quella argillosa[156], richiedendo necessariamente imponenti movimenti di terra spesso irrealizzabili. Spessori inferiori, come si è già osservato, permettevano invece alle granate di assumere l'orientamento ottimale per massimizzare l'effetto dello scoppio. Riconosciute queste problematiche, era ancora ammissibile attribuire a un sottile strato di terra di meno di un metro alcune importanti funzioni: la protezione del calcestruzzo dagli agenti atmosferici, l'inerbimento per camuffare meglio la fortificazione e il contenimento delle schegge. Gli oppositori a quest'idea ritenevano che fosse più conveniente evitare qualsiasi rivestimento, per ridurre il profilo dell'opera e permettere alla durezza del carapace di far rimbalzare le granate in arrivo. Leithner riporta, infatti, che contro materiali ad elevata durezza, i proietti "scivoleranno" con angoli di impatto anche di 45°, contro i soli 10° nel caso di materiali meno resistenti, lasciando ammaccature e scheggiature e spesso frantumandosi senza detonare[157]. Uno strato di materiali ad alta durezza, come frammenti di basalto, granito o rottami poteva comunque essere disposto sopra al carapace, con l'idea di arrestare la granata ancora prima che raggiungesse il calcestruzzo. Infine,per impedire la propagazione delle vibrazioni dal carapace alle volte in muratura, si diffuse la pratica di interporre tra i due strati un cuscinetto elastico in sabbia o terra spesso 1 metro[158].

Per volte esclusivamente in calcestruzzo, con uno spessore tipico di circa 2,5 metri per una luce di 5 metri, viene suggerita la predisposizione al di sotto dell'intradosso una struttura contenitiva in lamiera e travi a doppia T, per evitare il distacco di frammenti di calcestruzzo che, pur non avendo alcun impatto strutturale, sarebbe certamente visto con apprensione dalla guarnigione[159] [160].

155 E. Rocchi, «Le forme ed i materiali della nuova fortificazione», in *Rivista di artiglieria e genio*, vol II, 1888, pp. 31-34
156 M. Borgatti, p. 265

V.II.II.I. La composizione del calcestruzzo

Il calcestruzzo da impiegare doveva essere di elevata durezza, ma vennero in realtà adottate tipicamente due tipologie, a seconda che assolvessero una funzione strutturale o meramente protettiva, differenti nel dosaggio delle singole componenti. Brialmont, per esempio, prescrive un calcestruzzo composto da una parte di cemento Portland, 3,6 parti di sabbia e ghiaia e 6,3 parti di ciottoli per la costruzione di fondazioni e piedritti, e una composizione di 1 volume di cemento , 2,64 di sabbia e ghiaia e 3,6 di ciottoli per la costruzione di volte e altre strutture esposte. La ghiaia dev'essere silicica o composta da frammenti di rocce primarie e la sabbia rugosa, senza impurità e senza alcuna argilla. Ancora Brialmont riporta che un cubo del calcestruzzo del primo tipo, di 10 cm per lato esottoposto a una prova di schiacciamento, cederà sotto una pressione di 7 tonnellate quando realizzato con sabbia prelevata dalla Schelda, 21 quando invece viene utilizzata sabbia mista a ghiaia. Per un calcestruzzo di secondo tipo i valori saranno rispettivamente di 12 e 28 tonnellate. L'utilizzo, invece, di sabbia fine della Campine permise di arrivare dino a 13,5 tonnellate, e questo era il calcestruzzo impiegato al poligono di Brasschaet, dove furono necessari 10 colpi contenenti dai 30 ai 60 kg di dinamite per perforare una volta[161].

I calcestruzzi impiegati in Belgio e in Germania erano piuttosto simili, rispettivamente 325 e 260 kg e con dosaggi al quarto, al quinto[162] o addirittura al sesto: la norma del 1887 per le costruzioni murarie tedesche riporta infatti una miscela di

157 E. F. von Leithner, *Die beständige Befestigung und der Festungskrieg. Nach den neuesten Quellen bearbeitet, II band*, R.v. Waldheim, Vienna, 1894, p.10
158 E. Rocchi, 1888, p. 37
159 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 3e section, Détails des fortifications construites ou améliorées depuis 1885*, 1896, p. 19
160 E. Rocchi, 1888, p. 35
161 A. Brialmont, *La défense des états et la fortification à la fin du XIXe siècle*, E. Guyot, Bruxelles, 1895, p. 62
162 F. Petibon, «Étude sur les divers mortiers et bétons employés dans les travaux de défense», in *Revue du génie militaire*, vol. II, n° I, 1888, p. 23; E. Rocchi, 1888, p. 47; M. Brialmont, 1895, p. 62;

una parte cemento, tre parti di sabbia e sei di pietrisco, in granito o altri inerti di pari durezza[163]. In Germania, in particolare, il calcestruzzo iniziò a essere impiegato in maniera estensiva proprio a partire dal 1887, quando fu inequivocabile che le fortificazioni in muratura avessero fatto il loro corso. Fino al 1900, tuttavia, le superfici interne ed esterne erano coperte da un sottile strato in mattoni o pietre, per mantenere l'aspetto dignitoso che si confacesse a un edificio militare[164]. L'adozione del calcestruzzo cementizio non fu però totale, preferendo soluzioni più economiche laddove le esigenze difensive lo consentissero, in particolare la sostituzione del cemento con malta di calce grassa, resa idraulica dall'impiego di *trass* in polvere, una roccia vulcanica analoga alla pozzolana estratta nei pressi del lago di Laach[165] e già diffusamente impiegata in tutte le province renane. Il calcestruzzo di trass venne, per esempio, impiegato per coprire le traverse dei forti di Colonia[166].

Simili considerazioni furono fatte anche in Italia, dov'erano facilmente reperibili ottime pozzolane a un quarto del prezzo del cemento Portland, e nei Paesi Bassi, dove si realizzava un calcestruzzo di malta di calce idraulica con trass, sabbia e cocci di laterizi ferrioli. Tuttavia questi richiedevano tempi di maturazione troppo lunghi ed era opinione diffusa che non fossero in grado di localizzare l'effetto delle granate esplodenti come il cemento[167]. Prove condotte nel 1885 presso il poligono di Oldebrock rivelarono come un minore contenuto di cemento fosse correlato a una minore possibilità di fessurazione sotto l'urto dei proietti; un calcestruzzo molto ricco di cemento, infatti, sebbene molto duro, era anche eccessivamente fragile, esattamente come le corazze in ghisa o in acciaio[168]. Il calcestruzzo impiegato a Oldebrock può essere definito al quinto, ovvero cinque parti di pietrisco per una di cemento, e le sue buone prestazioni sono confermate dall'adozione di dosaggi simili in altre nazioni. Delle quattro "ricette" previsti da una circolare francese già del 1876, solo due vennero effettivamente impiegati, quelli al quarto e al quinto[169], con 325 o 295 kg di cemento per metro cubo. Le indicazioni ambigue di questa circolare fecero sì che i primi impiegi di calcestruzzo sui forti francesi fossero piuttosto eterogenei, con volumi di cemento e inerti assolutamente inconsistenti tra i diversi cantieri. Queste prescrizioni effettivamente non tenevano conto della potenza distruttiva delle nuove granate, che non avevano ancora fatto la loro comparsa, e il calcestruzzo impiegato doveva solo costituire un economico sostituto alla muratura[170].

Una terza via, tra i calcestruzzi di cemento e quelli di trass o pozzolane, è quella del calcestruzzo di calce e cemento, che sarebbe in grado di garantire una resistenza marginalmente inferiore a quelli di cemento puro, ma superiore a quello di trass, pur con un costo pressoché uguale[171]. Lo studio venne presentato a Berlino nel 1887 e l'osservazione del grafico sull'andamento delle resistenze di diversi campioni evidenzia come, dopo 2 anni, la curva di resistenza del calcestruzzo di calce e cemento sia sì minore di quella del calcestruzzo di cemento, ma la sua derivata è maggiore, lasciando intendere che nel lungo periodo avrebbe potuto raggiungere le stesse prestazioni.

La sostituzione di una certa percentuale di cemento con calce potrebbe effettivamente essere in grado di migliorare la resistenza a compressione del calcestruzzo, ma solo fino al 7%[172], oltre il quale si inizia a osservare una decrescita: nello studio tedesco, infatti, la calce andava a sostituire, nel migliore dei casi, il 36%. Eppure le tabelle dimostrano chiaramente come le proprietà meccaniche migliorassero proporzionalmente alla riduzione del contenuto di calce e non è chiaro quale sia stata la motivazione dietro la scelta di percentuali così elevate come valori minimi, arrivando fino a un rapporto 1:1. È allo stesso tempo necessario tenere a mente il clima di novità e sperimentazione del periodo, forse incarnato in maniera emblematica dalla proposta di migliorare le qualità meccaniche del cemento aggiungendovi lo zucchero[173].

Solo dopo i test tra il 1886 e il 1888 venne messa a punto la ricetta per il calcestruzzo speciale da fortificazione da adottare nei forti francesi. La composizione adottata a Chalons si distingueva per un altissimo contenuto di cemento, 450 kg per metro cubo[174] ma probabilmente si concluse che fosse troppo vetroso e soggetto a fratture, oltre che costoso. L'aspetto economico fu all'origine della scelta di limitare l'applicazione del béton 3 - 400 kg di cemento per metro cubo[175] - soltanto alle parti più esposte. Eventuali plinti di fondazione erano da realizzarsi in calcestruzzo di calce, fondazioni verticali in béton 1A - 200 kg per metro cubo -, pilastri e qualsiasi altra opera fuori terra in béton 2 - 300 kg per metro cubo -[176]. La stessa commissione aveva poi concluso che uno spessore di 2,5 metri fosse sufficiente contro il tiro curvo, mentre 3,5-4 metri erano necessari per garantire protezione dal tiro teso, con buona

163 *Entwurf über die Vorschrift für den Mauerbau*, BaMa, PH 2/1329
164 Rudi Rolf, p. 76
165 https://www.treccani.it/enciclopedia/trass_(Enciclopedia-Italiana)/, consultato in data 24/04/2026
166 F. Petibon, pp. 6-7, 26-38
167 E. Rocchi, 1888, pp. 41-44
168 F. Petibon, pp. 19-21
169 In realtà, la circolare in questione considera in un unico volume sia il pietrisco che la sabbia, dunque è difficile stabilire un paragone esatto senza sapere il contenuto di sabbia che, sulla base dei dosaggi impiegati altrove, potrebbe oscillare da mezzo a un volume, o poco più.
170 P. Truttmann, p. 95
171 E. Rocchi, 1888, p. 49
172 P. K. Acharya, «Effect of Lime on Mechanical and Durability Properties of Blended Cement Based Concrete.», in *Journal of The Institution of Engineers (India)*: Series A, Springer Science and Business Media LLC, 2016
173 Anonimo, «Sur l'addition de sucre au mortier de ciment» in *Revue du génie militaire*, vol. III, n° III, 1889, pp. 296
174 La composizione era la seguente: 1 mc di pietra silicea frantumata, 0,350 mc di cemento e 0,3 mc di sabbia (M. Borgatti, p. 264)
175 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 3e section...*, p. 23
176 P. Truttman, p. 96

garanzia di mantenere le sue caratteristiche anche di fronte ai futuri miglioramenti dell'artiglieria.

Le parti da impiegare non cambiarono particolarmente, ancora nel 1915 si riporta la miscela al quarto come quella tipica[177].

Gli inerti variavano a seconda delle disponibilità locali, dai frammenti di laterizi, di pietre naturali o ghiaie fluviali. Cocci di pietre basaltiche erano frequentemente utilizzati in Germania, per sopperire alla scarsità di buona ghiaia fluviale, tuttavia potevano portare agli stessi difetti di durezza riscontrabili in calcestruzzi ad alto contenuto di cemento. L'impiego di ghiaia minuta era preferibile per ridurre i costi di malta richiesta per riempirne gli interstizi, ma questa non era disponibile in grandi quantità se non in Belgio e Olanda.

V.II.II.II. Il calcestruzzo armato in Francia

Dopo alcuni esperimenti a Verdun tra il 1896 e il 1898, il calcestruzzo armato fece il suo debutto in ambito fortificatorio e iniziò a impiegato in modo sistematico nella costruzione delle parti più esposte delle opere francesi, non solo di nuova costruzione, ma anche nel miglioramento di quelle già esistenti[178]. La sua composizione era identica a quella del calcestruzzo speciale impiegato in precedenza, ma con l'aggiunta di barre in acciaio dolce laminato dal diametro tipico di 10 mm lunghe fino a 15 metri. Le barre erano disposte, in strati orizzontali distanti 15 o 20 cm, a formare un reticolo dalla maglia di circa 10 cm. L'impiego iniziale del nuovo materiale fu naturalmente quello degli orizzontamenti, in forma di volte ribassate o solai piani, mentre più difficoltoso fu, almeno all'inizio, la realizzazione di piedritti e muri di controscarpa, in virtù dei problemi nel gettare il calcestruzzo in modo omogeneo fino agli strati più profondi della gabbia di armatura, motivo per cui fu necessario, dopo prove condotte a Bourges, regolare la granulometria degli inerti. La straordinaria tenacia del calcestruzzo armato ebbe come effetto immediato la riduzione degli spessori richiesti dalle coperture a prova di bomba, da 2,5 metri per il calcestruzzo speciale ad appena 1,7 metri per quello armato, che poteva arrivare a soli 1,4 per le parti meno esposte. Era possibile, inoltre, aumentare la luce delle volte fino a 6 metri, permettendo di ridurre l'impronta a terra delle parti piene dei ripari. Alcuni forti, che ancora non erano stati migliorati con il carapace il calcestruzzo, videro la sostituzione delle vecchie volte in muratura, demolite, con volte nuove in calcestruzzo armato poggianti, però, sui piedritti originali. La costruzione di queste volte era resa più rapida ed economica in quanto non richiedeva l'uso di alcuna centina in legno. All'intradosso veniva immersa nel calcestruzzo una rete metallica, per trattenere il distacco di frammenti dovuti alla detonazione delle granate all'estradosso[179]. Tra le applicazioni del calcestruzzo armato nei forti di vecchia costruzione spicca la costruzione della parte superiore dei pozzi per le torrette corazzate, mentre la parte inferiore era tipicamente in calcestruzzo non armato. Trattandosi di volumi cilindrici, i ferri non erano qui disposti ad angolo retto gli uni rispetto agli altri, ma parallelamente ai lati di un esagono idealmente inscrivibile nella sezione orizzontale del pozzo. Gli strati orizzontali erano giunti verticalmente da un perimetro esterno di barre verticali del diametro di 10 mm con interasse di 10 cm, e da uno intermedio formato da barre di 30 mm di diametro a 60 cm di distanza le une dalle altre. La realizzazione di questi pozzi doveva tenere conto anche dell'inserimento dell'avancorazza nella massa in calcestruzzo. L'operazione avveniva in due fasi: nella prima veniva semplicemente colato il getto del corpo del pozzo, lasciando libero in sommità un volume cilindrico di diametro leggermente superiore a quello della base dell'avancorazza attraverso una cassaforma di listelli non contigui, cosicché le barre d'acciaio vi potessero passare attraverso. Una volta rimosse le casseforme, queste barre venivano raddrizzate verticalmente e l'avancorazza calata nella sua posizione finale. Il calcestruzzo poteva così essere gettato intorno all'avancorazza e le barre progressivamente abbassate in posizione orizzontale, garantendo una buona adesione tra le due gettate di calcestruzzo[180]. L'organizzazione delle armature nelle volte a prova di bomba era invece tanto semplice quanto banale. Erano infatti disposte a strati perfettamente orizzontali, senza seguire la curvatura della volta, a una distanza costante per tutto il suo spessore. La motivazione dietro questa scelta, che appare quasi primitiva, è probabilmente da ricercarsi nella finalità dell'adozione del calcestruzzo armato. Questa avrebbe solo marginalmente a che fare con una migliore resistenza a trazione: la ragione primaria era la capacità del materiale di circoscrivere l'effetto degli scoppi delle granate a un'area molto limitata e di evitare la proiezione all'interno dei locali di frammenti di calcestruzzo così some la produzione di fessurazioni[181]. Il ruolo dell'armatura era dunque principalmente quello di tenere compatto il calcestruzzo ed evitarne il distacco di pezzi e la sua frantumazione durante un bombardamento. Per questo era fondamentale che fosse omogeneamente distribuita in tutta la massa della copertura, specialmente nell'estradosso, in quanto esposto direttamente ai colpi d'artiglieria.

177 M. Botto Micca, «Le fortificazioni permanenti», in *L'arte edilizia*, vol. II, n° III, 1915, p. 28

178 In questo paragrafo si tratterà solo del calcestruzzo armato impiegato in Francia. Questa decisione non nasce da un mancato impiego altrove - si vedrà anzi più avanti come diventerà il materiale prediletto, per esempio, per le fortificazioni tedesche del decennio precedente alla Grande Guerra - ma perché fu nei forti francesi, ancora degli anni Settanta, che venne adottato per la costruzione di nuovi pozzi per torrette, cofani di controscarpa, gallerie e casematte.

179 L. Piarron de Mondesir, pp. 18-21; P. Truttmann, pp. 100-102

180 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1909, pp. 121-122

181 D. Comandré, *Cours de constructions, 7e partie, 2e section. Procédés de construction des grosses maçonneries dans les ouvrages de fortification*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1900, p. 10

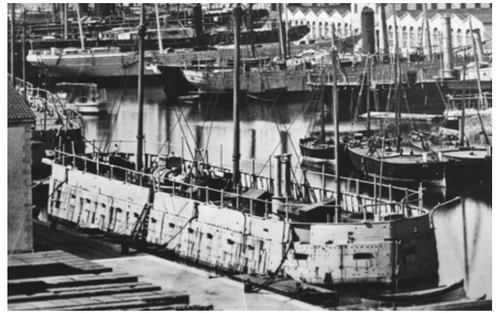


***Figura V.II.1** // Batteria galleggiante classe Dévastation, impiegata in Crimea*

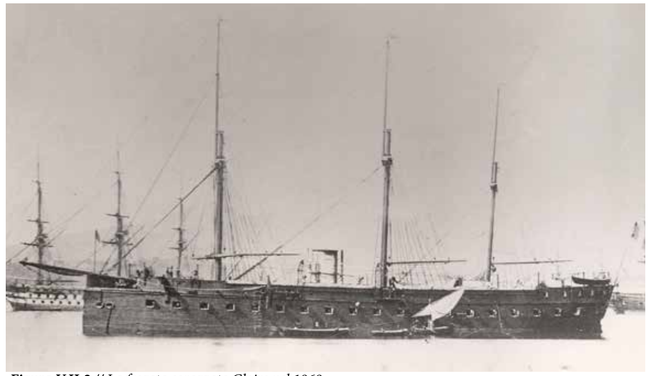


***Figura V.II.2** // La fregata corazzata Gloire nel 1869*



***Figura V.II.3** // Dipinto della battaglia di Hampton Roads*



***Figura V.II.4** // HMS Warrior*

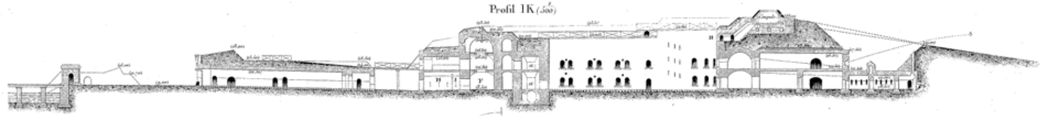


***Figura V.II.6** // Sezione A-A^{I} passante per il ridotto - Da Brialmont, 1869*

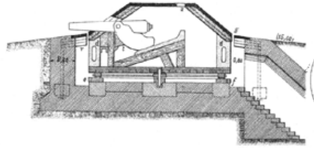
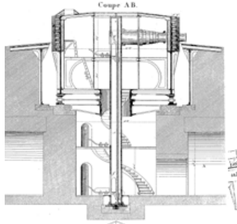


***Figura V.II.7** // Torretta tronco-conica di Cole*



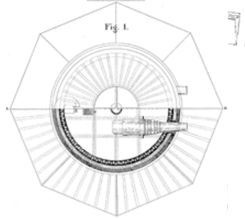


***Figura V.II.8** // Torretta cilindrica di Cole - Da Brialmont, 1869*

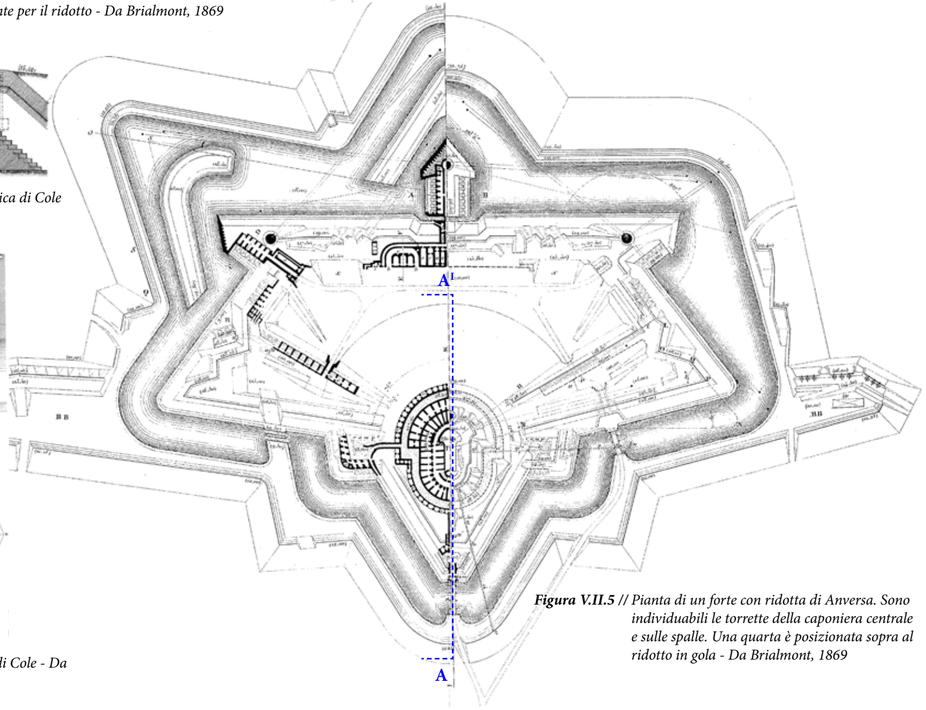


***Figura V.II.5** // Pianta di un forte con ridotta di Anversa. Sono individuabili le torrette della caponiera centrale e sulle spalle. Una quarta è posizionata sopra al ridotto in gola - Da Brialmont, 1869*



Figura V.II.9 // *La casamatta in ghisa temprata Gruson prima di essere coperta di terra.*

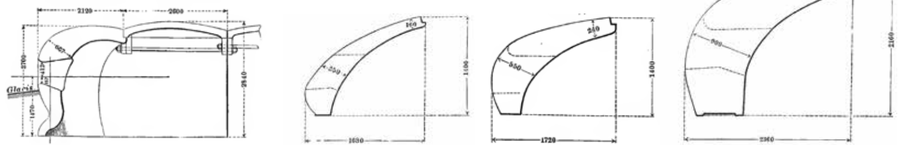


Figura V.II.10 // *Sezioni delle realizzazioni Gruson del primo periodo. Da sinistra a destra: la casamatta del 1869, la prima torretta del 1873, la seconda del 1874 e la postazione costiera del 1874*



Figura V.II.11 // *Torretta di Schumann per il test di Tegel del 1873*

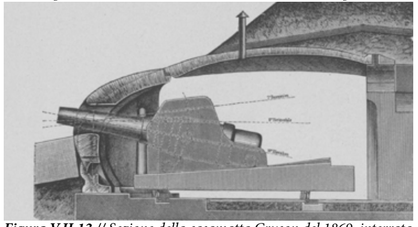
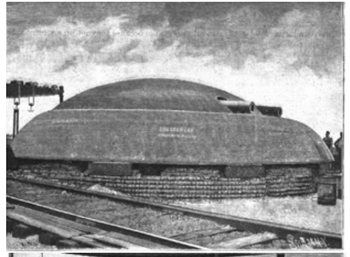


Figura V.II.13 // *Sezione della casamatta Gruson del 1869, interrata*



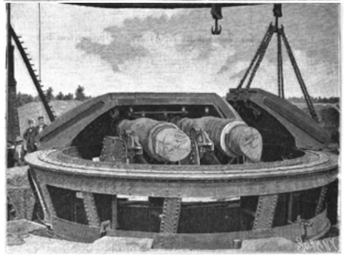


Figura V.II.15 // *Torretta Gruson per due cannoni da 24 cm*

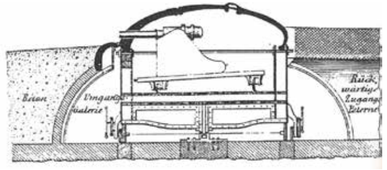


Figura V.II.12 // *Torretta di Gruson per il test di Tegel del 1873*

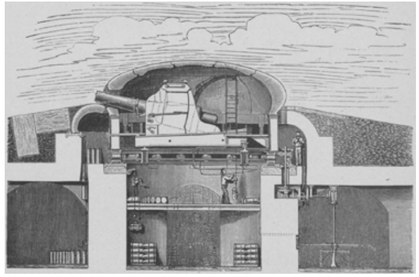


Figura V.II.14 // *Sezione della torretta Gruson del 1874*

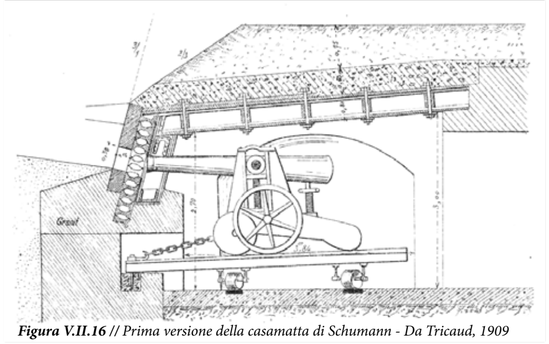


Figura V.II.16 // *Prima versione della casamatta di Schumann - Da Tricaud, 1909*

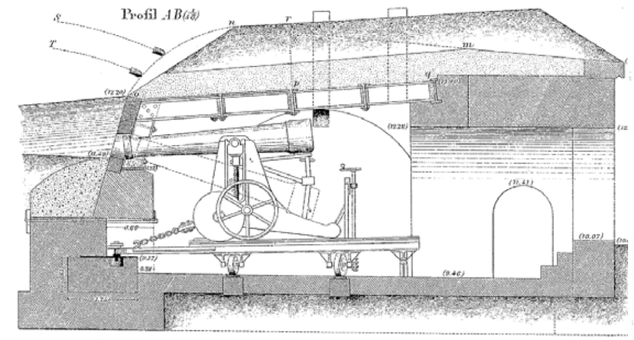


Figura V.II.17 // *Seconda versione della casamatta di Schumann - Da Brialmont, 1869*

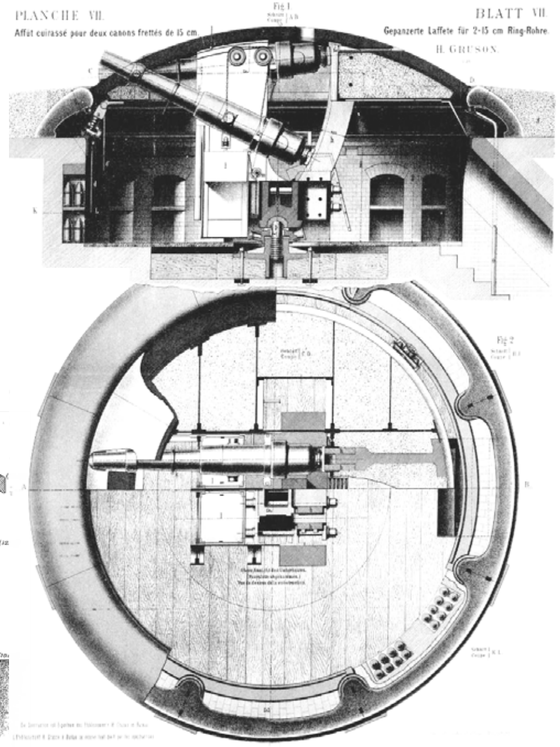


Figura V.II.18 // *Torretta di Schumann per il test di Cotroceni - Da Schumann, 1885*

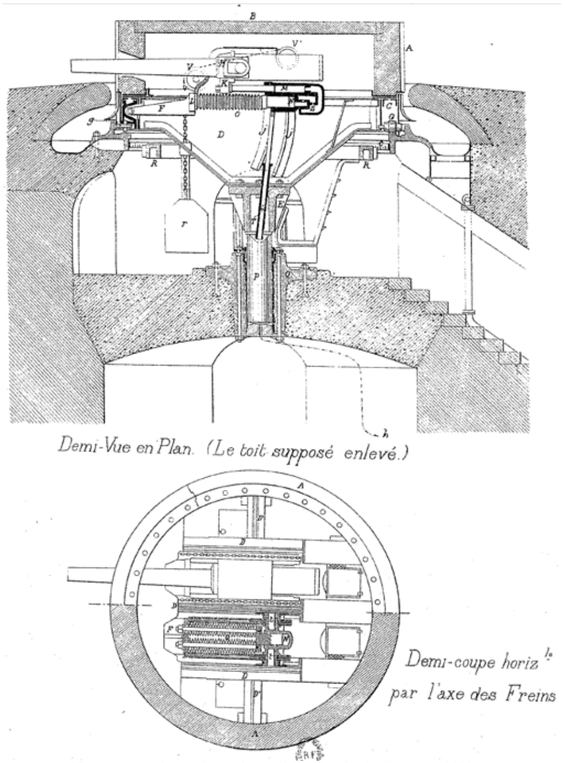


Figura V.II.19 *// Torretta di Mougin per il test di Cotroceni - Da Simoutre, 1892*

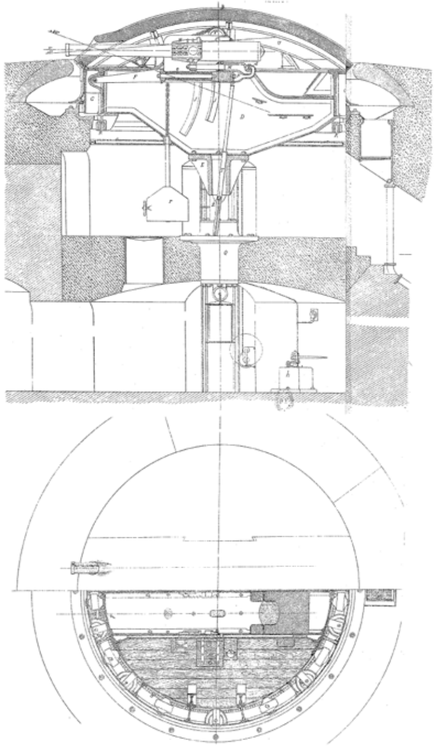


Figura V.II.20 *// Torretta rielaborata dalla Saint Chamondo dopo il test di Cotroceni - Da Simoutre, 1892*

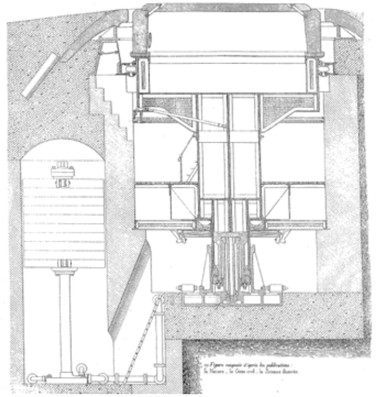


Figura V.II.21 *// Torretta a scomparsa di Bussière - Da Simoutre, 1892*

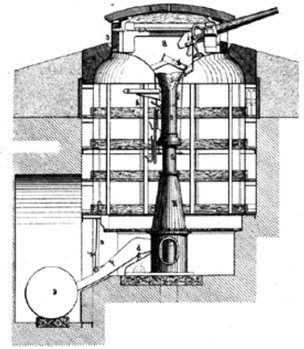


Figura V.II.23 *// Torretta a scomparsa di Schumann per cannone da 5,3 cm - Da von Schutz, 1892*

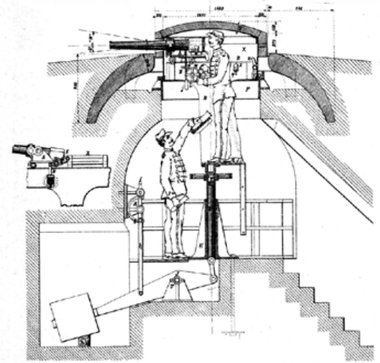


Figura V.II.24 *// Torretta a scomparsa Hotchkiss-Creusot per cannone da 5,3 cm - Da von Schutz, 1892*

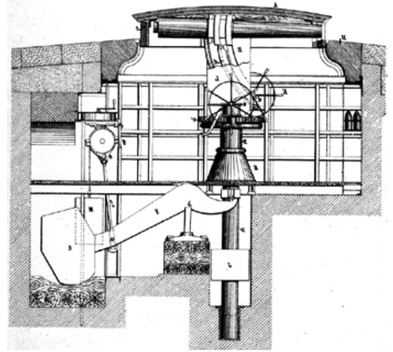


Figura V.II.22 *// Torretta a scomparsa di Schumann per cannone da 12 cm - Da von Schutz, 1892*

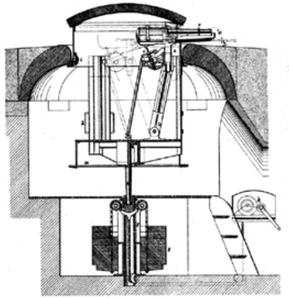


Figura V.II.25 *// Torretta a scomparsa di Schumann per cannone rotante da 37 mm - Da von Schutz, 1892*

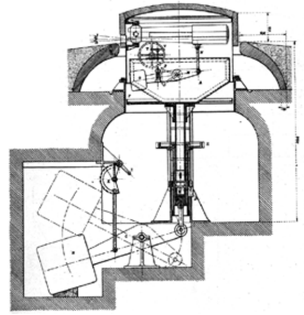


Figura V.II.26 *// Torretta a scomparsa Hotchkiss-Creusot per cannone rotante da 53 mm - Da von Schutz, 1892*

Dal 1885 la messa in sicurezza dei forti esistenti richiese l'applicazione sistematica di carapaci in calcestruzzo sopra le volte in muratura, con spessori variabili tra 1 e 2,5 metri, unitamente al progressivo trasferimento dell'artiglieria negli intervalli tra un forte e l'altro, trasformando radicalmente il ruolo del forte distaccato, ridotto a semplice punto di fiancheggiamento di una rete di trincee e batterie che ne aveva ereditato la funzione difensiva primaria. In questo nuovo contesto nacquero organi specializzati come la Casemate de Bourges, approvata in Francia per il fiancheggiamento degli intervalli e armata dal celebre cannone Déport da 75 mm, a cui corrisposero soluzioni analoghe, seppur più rare, in alcuni forti tedeschi, mentre le vecchie caponiere di fossato furono sostituite da più sicuri cofani di controscarpa. Sul fronte delle corazzature, la produzione tedesca precedente al 1885, guidata dalla rivalità tra Schumann e Gruson, aveva già introdotto casematte in ferro battuto e le prime torrette in ghisa indurita, mentre in Francia Mougin progettò casematte in ferro laminato e ghisa, nonché la prima torretta corazzata nazionale, nel 1876, per molti aspetti debitrice dei precedenti progetti inglesi di Coles pur rivendicando soluzioni originali. Dopo la crisi del 1885 l'attenzione si spostò quasi interamente sulle torrette, giudicate superiori alle casematte per il campo di tiro a 360 gradi: la scuola tedesca si orientò verso gli affusti corazzati di Schumann e sviluppò modelli via via più economici e compatti per obici e cannoni di vario calibro, oltre a una piccola torretta mobile monoposto di grande successo commerciale, mentre quella francese, dopo le sperimentazioni di Châlons del 1888, imboccò la via della torretta a scomparsa, perfezionata nel sistema Galopin del 1889 e successivamente declinata in altri impianti per cannoni da 57, 75 e 155 mm, e persino per le mitragliatrici, un'applicazione mai adottata oltre confine. Contemporaneamente si sviluppò anche la corazzatura degli organi di osservazione e direzione del tiro, che vide in Germania l'elaborazione di una vasta serie di osservatori corazzati, da semplici torrette antischeggia a impianti dotati di telemetria avanzata, mentre la produzione francese in questo campo rimase più modesta, limitata a due tipologie fondamentali di campane in acciaio fuso destinate alla direzione del tiro delle torrette e alla sorveglianza generale del forte.

V.III. I nuovi organi delle fortificazioni tedesche e francesi

A partire dal 1885 fu necessario rinforzare gli elementi vitali tramite un carapace in calcestruzzo di cemento (***fig. V.III.2-5***), tipicamente formato da volte a botte, volte a sesto ribassato o volte formate da una piattabanda raccordata ai piedritti da un angolo smussato. Nei forti francesi, le giunzioni tra le volte e tutti spigoli vivi erano arrotondati, in modo da eliminare un punto debole che si sarebbe in ogni caso frantumato sotto l'urto delle granate e che avrebbe costituito un volume di calcestruzzo ridondante, dunque una spesa evitabile. La progettazione di questi spigoli smussati puntava a fare economia di materiali senza sacrificare la protezione. La curvatura dei raccordi esterni, per risparmiare sulla cubatura di calcestruzzo, non era assimilabile a una frazione di sfera, ma a una superficie generata da un fascio di ellissi. Tuttavia, essendo il carapace formato da più gettate di strati orizzontali, la sua traccia in cantiere sarebbe stata piuttosto semplice, in quanto le sezioni orizzontali erano comunque archi di cerchio[182]. Il processo richiedeva la rimuovere la massa coprente in terra, coprire con un primo strato di calcestruzzo di calce l'estradosso della volta, coprirlo con un cuscinetto in sabbia di un metro di spessore, gettare il carapace di cemento, di spessore variabile da 1,5 a 2,5 metri e infine rivestire tutto con un sottile strato di terra per camuffamento. Questo carapace non era semplicemente applicato sulla sommità delle volte, ma andava anche ad avvolgere le pareti laterali e quelle rivolte verso il nemico. Il rivestimento in calcestruzzo andava a coprire anche i muri scoperti, ma senza il cuscinetto di sabbia, e poteva discostarsi da quello originale di circa 1,5 metri, in modo da ricavare un passaggio coperto a cui si acceda mediante piccole aperture sfasate rispetto alle campate della facciata originaria e con piccole aperture per la ventilazione, oppure esservi addossato, andando a prolungare le volte originali con visiere in calcestruzzo che lasciano scoperte le campate del setto in muratura e scendendo a terra con un'inclinazione tale da raggiungere alla base uno spessore fino a 4 metri. Un metodo economico per garantire migliore protezione era quello di disporre intorno alla parte verticale del carapace uno strato di pietrame spesso almeno 4 metri, in grado di opporsi maggiormente alle granate rispetto alla semplice terra[183]. Simili lavori furono intrapresi anche in Germania, anche se tipicamente con spessori inferiori[184] e affiancando nuove gallerie riempite di sabbia a protezione delle pareti esistenti.

182 M. Degouy, «Note sur le tracé et le métrage des carapaces en béton de ciment», in *Revue du génie militaire*, vol. III, n° VI, 1892, pp. 223-240

183 P. Truttmann, pp. 98-99; F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 3e section...*, pp. 154-157

184 La normativa del 1887 prevedeva spessori variabili fino a un massimo di 1,2 metri per le parti vitali e nella realtà si riscontra una certa varietà. Osservando diversi casi sparsi in Germania: parte della fortezza di Boyen vide l'aggiunta di uno strato di 1 metro di sabbia e 1 metro di calcestruzzo sopra le volte in mattoni dopo il 1887 (R.Rolf, *Die Entwicklung des deutschen Festungssystems seit 1870; vollständige und bearbeitete Ausgabe des Manuskriptes*, Fortress Books, Tweede Exloermond, 2000, p. 98; K. Burk, *Handbuch zur Geschichte der Festungen des Historischen deutchen Ostens*, Biblio, Osnabrück, 1995, p. 20), similmente i bastioni della cittadella di Pillau furono coperti da uno strato di 1,2 metri su un cuscinetto di sabbia (*Ivi*, p. 44). Le stesse misure si ritrovano nelle direttive emanate nel 1887 per la messa in sicurezza contro le granate da 21 cm per le fortificazioni di Ingolstadt, che prevedevano: aggiunta di ampi

In generale, però, si adottò un approccio meno conservativo, smantellando un gran numero di vecchie fortificazioni e avviando la costruzione, prima del 1914, di gruppi fortificati di nuova concezione.

Una delle conseguenze più bizzarre della crisi degli anni Ottanta fu che la rimozione di gran parte dell'artiglieria di fortezza dal ramparo e il suo posizionamento negli intervalli finì per relegare il forte distaccato a un ruolo quasi esclusivamente di fiancheggiamento della linea di trincee e batterie tra un forte e l'altro. Così, una struttura il cui impianto, forma e ruolo erano nati in risposta ai difetti al sistema bastionato, finì per diventare concretamente il baluardo di un sistema bastionato a scala territoriale, in cui il ruolo della cortina era ricoperto dalla rete di trinceramenti, batterie, ripari e depositi che punteggiavano gli intervalli.

Per assolvere a questa funzione, nel 1899 venne ufficialmente approvata in Francia la *Casemate de Bourges* (***fig. V.III.19-23***), dal nome del poligono dove venne testato un prototipo. Si trattava di una casamatta di fiancheggiamento incastonata nel terrapieno dei fianchi, non più alta della cresta, composta da due camere di tiro, la prima protetta dai colpi laterali da uno spesso muro, l'altra protetta dalla camera adiacente, realizzate in calcestruzzo speciale. La prima variante di questa casamatta era armata con pezzi relativamente leggeri da 95 mm, a cui però fece seguito il famoso Déport rapido da 75 mm, con una cadenza di tiro fino a cinque o sei volte maggiore, e che, munito di un affusto apposito a perno frontale con rotaia, diventò l'armamento ufficiale di queste postazioni, con un campo di tiro di 60° e una portata massima di 5600 metri. Venne successivamente stabilità la costruzione di una terza piccola stanza, protetta dalla seconda camera di tiro, destinata all'osservazione, con un'apertura più elevata rispetto alle feritoie per avere una visibilità migliore. Nel solaio, in calcestruzzo armato, un binario consentiva di smontare i pezzi dalla loro posizione per cambiarli o spostarli. Oltre a queste indicazioni generali, le casematte di questo tipo tendevano a differenziarsi nei singoli casi a seconda delle caratteristiche proprie del terreno e delle fortificazioni, che rispetto a quelle tedesche presentano notevoli variazioni[185].

Anche se si tratta di un'occorrenza quasi unica, casematte molto simili furono costruite anche in alcuni forti tedeschi (***fig. V.III.24-28***) di vecchia concezione, probabilmente solo i forti VI e VII di Colonia, negli anni immediatamente anteceden-

plinti in calcestruzzo per la stabilizzazione delle fondazioni esistenti; carapace - chiamato *Zwischenschichten,* strato intermedio - di *granitzementbeton* spesso tra 1-1,2 metri, da adagiare su un cuscinetto in sabbia tra 0,8 e 1 metro, in alternativa spesso tra 2 e 2,5 metri se non sia possibile disporre il cuscinetto di sabbia; muro di rinforzo per pareti esterne in calcestruzzo o pietra, da posizionare a 1 metro di distanza. *Granitzementbeton* e *granitbeton* vengono spesso citati relativamente agli interventi di rinforzo eseguiti dopo 1887, e impiegavano come aggregati graniglia e frammenti di granito. Blocchi dello stesso materiale vennero usati a Ingolstadt anche per costituire il cordolo con gocciolatoio a contenimento del carapace (E. Somner, « Das Fort X der K.B. Hauptlandesfestung Ingolstadt », in *Historischer Verein Ingolstadt: Sammelblatt des Historischen Vereins Ingolstadt n° 126*, Ingoltsdadt, 2017, pp. 124-171). Quello che emerge è dunque un uso generalizzato del granito (ancora, parte dello spalto in alcuni progetti di cupole corazzate tedesche è composto da blocchi di granito affogato nel calcestruzzo) in ambito tedesco, in misura nettamente maggiore che in Francia.

185 P. Truttmann, 451-457

ti alla Grande Guerra. Purtroppo nessun esemplare è giunto fino ad oggi, ma una descrizione generale di queste opere viene fornita in documento del 1911[186]. La funzione era la stessa delle casematte di Bourges ed erano da collocarsi ai fianchi della caserma di gola, sotto forma di casematte in calcestruzzo spesso fino a 2,5 m, che poteva essere ridotto con l'impiego di corazzature interne. L'armamento consisteva tipicamente in due cannoni da 7,7 cm, raggruppati in un'unica camera per facilitarne la direzione dall'ufficiale della batteria, con un campo di tiro fino a 50°, con la capacità di tirare dietro le proprie linee in caso di sfondamento. Rispetto a quelle francesi, la direzione del tiro viene effettuata da un osservatorio corazzato in posizione sopraelevata ed era concepibile l'impiego di proiettori in casamatta per illuminare porzioni limitate del settore di tiro.

Le caponiere nel fossato, diventate troppo vulnerabili, furono di norma sostituite da cofani di controscarpa (***fig. V.III.7-18***), collegate al corpo principale del forte da gallerie sotterranee, a cui si accompagnò la rimozione integrale del muro di scarpa e delle traverse, non più necessarie vista la rimozione dell'artiglieria dai rampari. Nei forti francesi, alcune traverse potevano essere rinforzate (***fig. V.III.29***) e convertite in piccoli depositi per munizioni o detonatori, abbassando il livello del pavimento, inspessendo le imposte di mezzo metro e costruendo una nuova volta in calcestruzzo sotto a quella originale in muratura, spessa 1,2 metri. I vuoti risultanti, come le gallerie laterali e lo spazio tra le due volte, venivano riempiti con pietrame approfittando delle vecchie aperture per l'aerazione[187]. A differenza dei carapaci in calcestruzzo, queste modifiche non assunsero mai un carattere universale e si riscontrano dunque significative differenze caso per caso[188].

V.III.I. Apparati corazzati prima del 1885

Germania

Il primo a occuparsi della progettazione di casematte metalliche in Germania fu Schumann, con l'installazione nel 1866 di alcuni esemplari nei forti Bingen e Gonsenheim, in due varianti leggermente diverse. La prima versione della casamatta (***fig. V.II.16***), concretamente la prima applicata a una fortificazione terrestre, era formata da una una camera in muratura con il muro di base in blocchi di granito. La feritoia è chiusa da una piastra in ferro battuto spessa 15 cm fissata a una base di binari ferroviari sorretti da un telaio di putrelle a doppia T, poi perfezionata con l'inspessimento della piastra a 20 cm e l'eliminazione dei binari (***fig. V.II.17***). Le travi furono ingrandite e gli interassi rinforzati con assi di legno. Lo stesso telaio agiva da supporto anche per la copertura, sormontata da uno strato di circa 30 cm di calcestruzzo e da una massa coprente in terra. Il pezzo era brandeggiabile mediante un sistema di rotaie che permetteva di farlo ruotare intorno a un fulcro collocato approssimativamente nella stessa posizione della feritoia, permettendo di ridurla a soli 39 centimetri. Questa tipologia aveva ottime caratteristiche: campo di tiro molto ampio, di 60°, camini per l'evacuazione dei fumi, protezione frontale da qualsiasi possibile calibro potesse dover affrontare e una copertura a prova di bomba[189]. Un caso unico di casamatta in ferro laminato fu installato in cinque esemplari tra il 1878 e il 1879 nel perimetro della cinta di Strasburgo (***fig. V.III.32-34***), sul saliente di alcuni bastioni fortemente appiattiti. Data la larghezza del fossato, la caponiera non poteva essere protetta dalla controscarpa e dovette essere necessariamente corazzata. Tuttavia, per sopperire alla scarsa produzione delle fucine Gruson, la commessa venne affidata a una compagnia inglese, la Cammel Company di Sheffield[190]. Le informazioni al riguardo sono molto scarse e l'unica descrizione della corazza è fornita da Piarron de Mondesir: due placche di ferro, spesse 10 e 8 cm, separate da uno strato di cemento con limatura di ferro di 12 cm. La corazza poggiava su blocchi di granito inseriti in una fondazione in calcestruzzo[191]. Gli elementi in ferro erano rivettati e imbullonati tra loro. L'armamento era probabilmente di due cannoni da 8 cm per ciascun lato.

Le casematte corazzate non godettero di particolare fortuna nelle applicazioni terrestri Germania e una diffusa perplessità, nonchè un'attitudine conservatrice, relativa all'impiego dei corazzamenti permeava gli ambienti del Genio tedesco. Ripercorrerne le vicende esulerebbe dagli intenti di questo lavoro e si rimanda per questo al volume pubblicato da Rudi Rolf nel 1991. Nonostante ciò, un maggiore interesse fu rivolto alle torrette corazzate. Si è già parlato in precedenza dei progetti correnti di Gruson e Schumann. Il progetto che trovò un'effettiva applicazione pratica fu il primo, anche se molto limitata, a Metz, Ingolstadt e Colonia[192]. La torretta (***fig. V.III.35-38***) si distingue da quella di Tegel per la mancanza di un perno centrale, che rende lo spazio interno molto più accessibile, e un treno di rotolamento più robusto. La cupola corazzata era composta da otto spicchi in ghisa indurita spessi fino a 50 cm dal profilo corrispondente al quadrante di un ellisse, in grado di sostenersi a vicenda e che dunque non avrebbero necessitato di essere fissati gli uni agli altri, ma delle scanalature erano comunque ricavate nelle facce laterali di ogni concio, per versarvi zinco o ferro fuso durante l'assemblaggio. La piastra di copertura, invece, aveva uno spessore di circa 20 cm e poteva essere semplicemente appoggiata sui conci per poi riempire la giunzione alla stessa maniera. Un *trou d'homme* vi era ricavato per permettere al comandante di affacciarsi e osservare l'effetto del tiro. La cupola

186 *Gesichtspunkte für den Bau von ständingen Zwischenraumstreichen*, BaMa, PH 2/1321
187 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 3e section...*, p. 158
188 R. Rolf, 1991, pp. 67-71
189 A. Brialmont, *Tome II*, 1869, pp. 284-285; [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification, Cuirassements, ...* , pp. 5-7
190 R. Rolf, 1991, p. 52
191 L. Piarron de Mondesir, pp. 30-31
192 R. Rolf, 2000, p. 26; installate nel forte IVb di Colonia e nei forti IIIa e V a Ingolstadt

insisteva su una sottostruttura metallica formata da lastre in ferro verticali disposte radialmente che concentricamente, fissate con profilati a L e irrobustiti da piastre di rinforzo triangolari. A questa sottostruttura era ancorato il binario superiore del treno di rotolamento, mentre quello inferiore era fissato direttamente al pavimento[193]. Il treno di rotolamento si componeva di ruote larghe ma con diametro contenuto, dunque più stabili rispetto a quelle di Schumann, fissate a entrambe le estremità a un anello metallico e presentavano flange per garantire una migliore aderenza alle rotaie. Quella superiore, in particolare, era dotata di una ghiera dentata su cui agivano due ingranaggi a estremità opposte, messi in rotazione da un albero collegato a una trasmissione per trasferire la rotazione impressa manualmente, o con l'ausilio di un motore a vapore, attraverso una manovella. L'operazione avveniva in una posizione sicura, in due camere posizionate al livello inferiore. Immediatamente sotto la torretta si trovava invece il deposito di munizioni, che venivano passate agli artiglieri mediante un tubo aperto nella piattaforma[194]. L'impianto ospitava due cannoni da 15 cm[195] montati su un affusto Gruson a feritoia minima C/70, con un freno idraulico a glicerina in grado di riportare automaticamente il pezzo in posizione dopo il tiro. Un pistone idraulico era anche impiegato per l'elevazione, ed era per questo necessaria la presenza di una pompa ad azione manuale nei locali inferiori[196]. La camera in cui si inserisce la torretta è circolare e in muratura semplice, del diametro di circa 8 metri, con una galleria ricavata grazie all'impiego dell'avancorazza in ghisa. Questa è coperta da un collarino in calcestruzzo nel quale sono immersi, almeno secondo i disegni forniti dalla Gruson, dei blocchi di granito, forse per far fronte alla minore durezza dei calcestruzzi tedeschi del periodo.

Francia

Già nel 1875, prima ancora che fosse conclusa alcuna prova sperimentale, il comandante Mougin fu incaricato con grande fretta di progettare una casamatta blindata in ferro laminato, al prezzo di renderla resistente esclusivamente ai pezzi da campagna (***fig. V.III.39,44-47***), di cui ne furono realizzate solo tre. La camera di tiro è trapezoidale, derivante dalla modalità di brandeggio orizzontale del pezzo simile a quello della casamatta di Schumann.

193 Dai disegni si nota come il materiale su cui poggiasse non fosse muratura, ma non vengono forniti dettagli su cosa sia. In base alla simbologia dei disegni, è possibile si tratti di granito, essendo ampiamente utilizzato in Germania ed essendo rappresentato con una campitura diversa da quella del calcestruzzo. Il disegno preso come riferimento è quello riportato in KK Technisches & Administratives Militär-Comité, *Constructions-Details der Kriegs-Baukunst, Band II,* k.k.t.u.a Militär-Comité, Vienna, 1880, Tav. 2, nella breve sezione relativa alle corazze.

194 I dettagli sull'organizzazione delle camere al di sotto della torretta derivano da J. von Schütz, 1887, pp. 11-13. Mentre la costruzione della struttura corazzata in sé è la medesima, in *Constructions-Details der Kriegs-Baukunst* quest'organizzazione è leggermente diversa. Trattandosi di un testo austriaco, si è ritenuto più opportuno fare affidamento su quanto riportato direttamente dalle pubblicazioni della Grusonwerk.

195 In Germania il calibro è riportato in cm, in Francia e in gran parte degli altri paesi in mm, eccetto dov'era ancora in vigore il sistema imperiale. A titolo di curiosità, in Gran Bretagna la classificazione continuò a basarsi sul peso in libbre del proietto, come per le vecchie artiglierie a canna liscia, fino ancora al 1948.

196 J. von Schütz, 1892, pp. 10-12

La camera è parzialmente in calcestruzzo, impiegato nella volta, nel setto frontale e nella spianata antistante, con un contenuto ancora di soli 300 kg di cemento per metro cubo[197]. La piastra blindata è spessa 15 cm e la sua feritoia può essere mascherata da un disco rotante, anch'esso in ferro, spesso 20 cm[198] e dotato di due aperture speculari da allineare alla feritoia in fase di sparo, dunque è sufficiente una mezza rotazione per chiuderla. Le piastre non poggiano direttamente sulla muratura, ma su un cuscinetto di sabbia di 10 cm sigillato da profili a L e coperto superiormente da una piastra di ferro 5 cm di spessore, per proteggere l'estradosso della volta[199]. La natura primitiva di questa casamatta si può evincere anche dal curioso impiego di cassoni in lamiera riempiti di calcestruzzo per la protezione frontale, ancorati in parte alla placca principale mediante bulloni e in parte alla muratura con lunghi tiranti in ferro, simile ma inversa a quanto era stato sperimentato a Shoeburyness, dove delle placche di ferro di 5 cm erano state messe a protezione di un blocco di calcestruzzo colato in un involucro in lamiera, senza particolari risultati[200].

L'adozione della ghisa temprata iniziò solo dopo il 1876, con un certo ritardo rispetto alla Germania, prima per le munizioni della Marina e solo dopo per i corazzamenti, nella fonderia Chatillon-Commentry, e fu impiegata per alcuni progetti, antecedenti alla crisi del 1885, essendo più economica del ferro laminato e più semplice da lavorare in forme complesse. La casamatta in questione (***fig. V.III.40-43, 48-51***) differisce sensibilmente rispetto ai corrispettivi tedeschi, nella misura in cui adotta un principio che diventerà poi comune anche nelle cupole: la scudatura a scomparsa.

La sua forma leggermente convessa è un chiaro indizio sul materiale di cui è realizzata, e si compone di un blocco principale, spesso 60 cm e pesante 23 tonnellate, chiuso superiormente da un guscio in ghisa di spessore variabile dai 25 ai 15 cm, che poggia anteriormente sullo scudo e posteriormente sulla volta in calcestruzzo della casamatta. La feritoia è minima grazie all'adozione di un affusto per cannone modello Gruson[201] e può essere schermata da un blocco mobile, tra lo scudo e l'avancorazza ancorata a un piccolo spalto in calcestruzzo. Il suo movimento è azionato manualmente tramite un sistema di catene e ingranaggi collegati a un contrappeso. La casamatta è dotata di un camino per l'evacuazione dei fumi ed è coperta da un cuscinetto in calcestruzzo di calce, coper-

197 *Ivi*, pp. 14-15

198 Gli spessori non superano gli 8 pollici (20,32 cm), che in Inghilterra era emerso essere lo spessore massimo prima che i costi lievitassero eccessivamente senza reali benefici.

199 P. Truttmann, p. 345

200 A. Brialmont, *Tome II*, 1869, p. 317

201 L'affusto Gruson, specificamente progettato per minimizzare la dimensione delle cannoniere, permette, di fatto, di realizzare in elevazione ciò le rotaie a terra permettevano di fare per il brandeggio orizzontale, ovvero ruotare la canna del pezzo mediante una guida corrispondente a un arco di cerchio collocata in prossimità della culatta, in modo che il fulcro di rotazione combaci con la volata. A questo proposito, il disegno della casamatta riportato da von Schütz nella fig. 9, tavola II di *Deutsche Panzerconstructionen und französische Nachahmungen,* a sua volta ripreso da una rivista scientifica, appare fattualmente inesatto, in quanto il pezzo in casamatta adotta un affusto in cui il perno per l'elevazione è collocato circa a metà della lunghezza della canna, dunque sarebbe impossibile l'impiego di una cannoniera di dimensioni così limitate come per giunta è rappresentata nello stesso disegno.

to ulteriormente da una massa coprente in sabbia. Solo dieci furono installate[202].

La prima e unica torretta corazzata prodotta e utilizzata in questo periodo in Francia fu la *tourelle Mougin modèle 1876* (***fig. V.III.52-57***), in ghisa indurita, composta da cinque conci con uno spessore minimo di 60 cm su cui era posata una calotta spessa 20 cm, per un peso totale di più di 120 tonnellate. Come nei primi modelli Gruson - ma non in quello di Cotroceni - la cupola poggiava su un tamburo in carpenteria metallica formato da quattordici putrelle verticali lunghe 2 metri, con anima di 40 cm, alle cui ali erano imbullonati pannelli di lamiera spessi 2 cm a rendere solidale l'intera struttura, anche se all'interno di questi pannelli erano ricavati ampi ritagli per permettere al personale di accedere alla torretta. La piattaforma di base era ugualmente composta da quattordici travi a sezione variabile, da 40 cm all'esterno fino a 60 all'interno, disposte radialmente in corrispondenza di quelle del tamburo, fissati al centro a un anello in lamiera imbullonato a un disco in ghisa. Il disco si innestava, poi, su un perno in acciaio infilato in una pressa in ghisa, ancorata a una volta in calcestruzzo di cemento e in cui era possibile iniettare, mediante pompa a mano, della glicerina liquida agente da lubrificante. Quando la pressione raggiungeva 220 atmosfere, l'intero impianto da 160 tonnellate era di fatto sollevato e sostenuto esclusivamente dalla glicerina. Per evitare di sollecitare eccessivamente l'impianto idraulico, tuttavia, la pressione reale era mantenuta tra le 180 e le 200 atmosfere, scaricando il resto del carico su un treno di ruote a sezione leggermente tronco-conica, simile a quelle dei vagoni ferroviari, che scorrendo su dei binari permettevano alla torretta di ruotare liberamente. Il movimento era azionato con un sistema che sembra essere squisitamente francese, composto da una catena che avvolge la sottostruttura in carpenteria metallica, alloggiata in un apposito binario, che viene messa in tensione da due pulegge prima di discendere, attraverso un'apertura praticata nella volta in calcestruzzo, nella sala inferiore. Qui, un gruppo di uomini poteva innescare la rotazione mediante una manovella, oppure attraverso una macchina a vapore, Un sistema di ingranaggi, simile al cambio di un automobile, permetteva anche di cambiare il rapporto di trasmissione e dunque la velocità di rotazione, da una rivoluzione completa in meno di un minuto a una in 3 minuti[203]. L'intero impianto era collocato all'interno di un pozzo cilindrico di 8,5 metri di diametro la cui parte inferiore era in muratura semplice tradizionale, spessa un metro, su cui insisteva un collarino di 2,2 metri in calcestruzzo di cemento nel quale era immersa l'avancorazza, a forma di fuso sferico e composta da 4 sezioni in ghisa pesanti 21 tonnellate ciascuna. Oltre al vano principale in cui si trovava effettivamente la torretta, un piccolo ecosistema di infrastrutture accessorie ne consentivano il funzionamento: una camera sottostante fungeva da riparo e da locale per la preparazione delle munizioni, sollevate con un montacarichi, e separato da un setto dalla camera con il meccanismo per la rotazione e con la pompa, ad azione manuale, per tenere la torretta sollevata. Per un breve periodo, un'ulteriore camera era utilizzata per ospitare una piccola macchina a vapore per assistere il puntamento. Una delle soluzioni più brillanti - che aderisce a pieno alla massima *i francesi non copiano nessuno e nessuno copia i francesi*[204] - fu quella impiegata per minimizzare l'esposizione delle cannoniere al tiro nemico: era previsto, infatti, che la torretta continuasse a ruotare per tutta la durata dell'operazione di tiro, per cui era necessario vi fossero costantemente 6 uomini nella camera inferiore, per un totale di 18 addetti alla rotazione, divisi in turni. Il fuoco avveniva automaticamente una volta che il comandante avesse impostato un cursore mobile, posizionato sul pavimento, nella direzione desiderata. Quando, durante la rotazione, i pezzi giungevano in posizione, un contattore, posizionato tra i due cannoni e collegato alle culatte, avrebbe toccato il cursore, chiudendo il circuito e innescando elettricamente il fuoco in entrambi i pezzi contemporaneamente [205]. Ora, dopo aver trattato dettagliatamente il primo progetto di torretta francese, è forse opportuno domandarsi quanto le accuse di plagio dei prodotti tedeschi siano fondate. La scelta del materiale, che pure era già notoriamente impiegato nelle fabbriche Gruson da alcuni anni, fu comunque il frutto di esperimenti condotti dalla commissione di Gavres che portarono alle stesse conclusioni degli ingegneri tedeschi: la ghisa indurita era più semplice da produrre in grandi spessori, i pezzi potevano essere fusi in forme complesse e con spessori variabili a seconda della necessità, potevano essere assemblati facilmente ed era, in generale, più economica. Il ferro laminato, d'altra parte, non solo non poteva essere prodotto negli stessi spessori, ma il processo di laminazione consentiva solo di produrre piastre di spessore omogeneo che necessitavano di complessi sistemi di fissaggio reciproco. L'affusto dei pezzi da 155 mm è però dichiaratamente derivato da quello Gruson, in particolare il modello C/80, modificato nel *Modèle 1881*[206], e anche l'intera sottostruttura in carpenteria metallica, fino all'assemblaggio delle ruote, presenta una sospetta somiglianza con

202 P. Truttmann, p. 349

203 L'intero processo è ancora oggi visibile nello straordinario esemplare, in perfetto stato di conservazione e ancora funzionante, al forte di Barbonnet, dove giocò un ruolo importante ancora nel 1940, durante l'invasione italiana dalle Alpi.

204 La frase « The French copy nobody, and nobody copies the French » sembra essere nata negli anni Novanta nell'ambito di un programma radio a tema automobilistico, *Car Talk*, e ripresa più recentemente, a proposito delle armi da fuoco, dallo storico Ian McCollum, a indicare le unicità e le peculiarità. a volte anche inspiegabili, che sembrano caratterizzare i prodotti dell'industria francese nei campi più svariati, dei quali forse sarebbe possibile riempire un libro intero.

205 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 23-28; P. Truttmann, pp. 350-358; https://Fortifsere.fr/la-tourelle-mougin-modele-1876/ consultato in data 24/05/2026

206 Nella sua versione originale, l'affusto era composto essenzialmente da due parti, di cui quella superiore scorre su quella inferiore per effetto del rinculo, venendo trattenuta da un freno composto da due pistoni fissati ai lati. Anche l'elevazione avviene mediante un cilindro idraulico che solleva o abbassa la culatta, la quale scorre in guide curve ai lati dell'affusto. Il principio generale è già stato descritto nelle pagine precedenti. La principale differenza rispetto all'originale tedesco sembra essere l'adozione di un treno ruotato per lo scorrimento della parte mobile dell'affusto, l'impiego di un doppio pistone telescopico per l'elevazione del pezzo e lo spostamento dei freni dalla parte esterna a quella interna dell'affusto (E. Dessirier, *Cours d'Artillerie, Affûts et effets du tir sur les affûts, 5 leçons professées aux Officiers-Élèves d'Artillerie*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1910, pp. 146-149; J. von Schütz, 1887, pp. 13-15)

la torretta Gruson - e Schumann - testata a Tegel nel 1873, e descritta da Simoutre come « notablement inférieure »[207]. Non si può dimenticare, però, che entrambi i progetti nascevano da un antenato comune, le torrette di Coles, che Mougin infatti conosceva bene, avendone fornito una dettagliata relazione[208]. Se si vanno a escludere tutti gli aspetti ereditati da questi modelli, le analogie con il progetto Gruson si riducono a pochi elementi: l'avancorazza in ghisa, che sembra essere effettivamente introdotta nel modello tedesco del 1874 a partire dalle osservazioni emerse dai test sulla torretta di Schumann antecedente[209], l'affusto e la scelta del materiale[210].

V.III.II. Apparati corazzati dopo il 1885

Dopo le prime sperimentazioni con casematte corazzate, l'idea venne fondamentalmente abbandonata in virtù dello scarso campo di tiro che potevano raggiungere, rispetto alla capacità di puntamento a 360° delle torrette. Per questo motivo, da questo momento in avanti, si assistette principalmente a una proliferazione di cupole di ogni tipo, nel segno dei risultati ottenuti a Cotroceni.

Germania

Torrette corazzate

La produzione tedesca in questo periodo adottò un approccio pragmatico orientato alla semplicità - nei limiti del possibile - al fine di contenere peso, ridurre il personale necessario, le complicazioni e consentire una migliore mobilità degli affusti.

Una delle realizzazioni più peculiari e inusuali fu una piccola torretta mobile (***fig. V.III.58-62***), pensata per una singola persona, con un aiutante all'esterno, equipaggiata con un pezzo a tiro rapido - da 30 a 35 colpi al minuto - da 3,7 o 5,3 cm installato in una cupola girevole montata su un piccolo cilindro in lamiera rinforzato all'estremità superiore da un anello blindato. Lo spessore era variabile a seconda delle richieste, ma intorno ai 25 mm nel caso della variante con pezzo da 3,7 cm e e 40 mm per quello con pezzo da 5,3 cm. Erano da collocare in posizioni preparate in calcestruzzo di forma semicircolare, con due binari con interasse di 60 cm uguali a quelle impiegate per il trasporto della torretta[211]. Erano infatti dotate di quattro piccole ruote per trasporto su rotaia, per consentirle di essere spostata al sicuro quando non fosse in uso, e poteva sia essere un pezzo di fortezza vero e proprio, oppure essere impiegato per coprire gli intervalli, senza la necessità di costruire opere particolarmente grandi e costose. La loro mobilità permetteva di raggiungere una buona concentrazione di fuoco dove necessario in tempi brevi, offrendo un bersaglio molto piccolo e defilato[212]. Attraverso un apposito carro ruotato, era possibile maneggiare agevolmente la torretta per trasferirla nel suo riparo in una trincea[213]. Il modello suscitò un certo interesse in Europa, a dispetto dei dissapori interni in Germania tra detrattori e sostenitori, non ultimo tra questi il Kaiser stesso, che le impiegò personalmente in un'esercitazione militare, in posizioni tali da battere possibili vie di avvicinamento[214]. Godette anche di un buon successo commerciale, venendo acquistato, tra gli altri, dal Belgio, per armare le piazze di Namur e Liegi[215], e in grandi numeri dalla Romania, da installare sui *fronti corazzati* della linea Sereth, insieme a vari altri modelli tedeschi per cupole a scomparsa e mortai corazzati, in una tipologia fortificata che non venne poi adottata dagli altri stati, inclusa la Germania[216].

Nonostante lo sviluppo di diversi modelli a scomparsa[217], furono giudicati eccessivamente complessi e non trovarono impieghi nei confini tedeschi. Simultaneamente, l'attenzione si orientò verso torrette armate da un solo cannone, visto l'impatto sulla precisione che l'azionamento del primo aveva sul secondo, problema già risolto in Francia con l'innesco elettrico. Altre considerazioni portarono a questa scelta: qualsiasi guasto o problema a un cannone di una torretta avrebbe probabilmente avuto ripercussioni sul secondo, e ingag-

207 C-J-B. Simoutre, *Cours de fortification permanente, 2e partie, 3e section, Détails des cuirassements employés dans la Fortification*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1892, pp. 26-27

208 Nonostante la natura certamente primitiva dei progetti di Coles, alcune soluzioni sembrano essere state trapiantate quasi senza cambiamenti nel modello in ghisa del 1876 di Mougin. Il treno di rotolamento, per esempio, è pressochè identico, dal fissaggio delle singole ruote, il loro profilo, fino addirittura al numero, 16 in entrambi i casi, con unica variazione il materiale utilizzato e il loro diametro. La *murailles* in carpenteria metallica è già presente nella torretta prevista da Brialmont per i forti di Anversa, anche se in questo caso in una forma decisamente più rudimentale, con lastre di lamiera radiali disposte verticalmente, imbullonate al piano inferiore e alla sovrastruttura corazzata: la naturale evoluzione di questo sistema non poteva che essere l'impiego di profilati a doppia T, che infatti si ritroverà nei modelli successivamente impiegati da Brialmont a l'Escaut, dove compare anche la struttura a travi radiali per il supporto del perno centrale. Del progetto di Ericsson per i monitor statunitensi, Mougin rileva la peculiare mancanza totale del treno di rotolamento: la torretta, infatti, in condizioni di riposo poggia direttamente sul ponte della nave, e dev'essere sollevata di alcuni millimetri attraverso un cuneo posizionato sotto al perno della torretta, sul quale grava l'intero peso e che deve per questo essere di diametro importante (L. Mougin, *Étude sur les tourelles cuirassées tournantes*, Imprimerie et librairie de Gauthier-Villars, Parigi, 1875, pp. 10-29, 41, 104-106).

209 J. von Schütz, 1892, p. 10

210 A partire dal materiale è possibile fare un'osservazione anche sulla forma che ne deriva. Il profilo *a zucca* della cupola Gruson, infatti, presenta quella che viene definita *trappola per proiettili* nella parte sua inferiore. Si tratta di una concavità tra la cupola e l'avancorazza che, nel caso di granate impattanti con un determinato angolo e in una determinata porzione della cupola, invece di infrangerli o defletterli verso l'esterno, finirebbe per farli rimbalzare verso l'interno, in particolare nello spazio vuoto tra l' avancorazza e la torretta, con il rischio di bloccarne la rotazione. Questo inconveniente non è invece possibile nella cupola di Mougin, dove il diametro massimo della cupola è alla base e non a circa un terzo dell'altezza. Non è probabilmente un caso che questa forma sia scomparsa dalle realizzazioni tedesche successive.

211 J. von Schütz, *Die Panzerlaffeten auf den Schiessplätzen des Grusonwerk bei Magdeburg-Buckau und Tangerhütte*, Walter Ochs & Co, Madgeburgo, 1889, pp. 8-11

212 E. F. von Leithner, pp. 23-25

213 G. von Schröder, *Schumann und die Panzer-Fortifikation*, Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Berlino, 1890, pp. 108-115

214 Anonimo, «Les coupoles transportables pour retranchements de campagne» in *Revue militaire de l'étranger*, vol. XXXVI, n° DCCXXIX, 1889, p. 466

215 L. Bertrand, «Les coupole cuirassées à canons des forts de Liège et de Namur», in *Revue du génie militaire*, vol. II, n° V, 1891 , p. 13

216 J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, 2014, p. 44

217 Krupp riporta che le torrette a scomparsa siano preferibili per i pezzi di piccolo calibro destinati alla difesa ravvicinata. Da un lato questo li renderebbe vulnerabili esclusivamente a colpi fortunati, rimanendo però immuni al tiro teso, dall'altro l'impiego di pezzi con portata limitata impedirebbe fisicamente agli artiglieri di impiegarli impropriamente nel duello delle artiglierie, evitando quindi di farli esporre a un pericolo evitabile e tutelandoli fino al momento opportuno, il respingimento di un eventuale attacco della fanteria avversaria. Un dispositivo di bloccaggio meccanico avrebbe permesso al direttore del tiro di consentire agli artiglieri l'elevazione della cupola solo quando lo avesse ritenuto appropriato.

giare due bersagli distinti con la stessa torretta avrebbe comportato una riduzione complessiva della cadenza di tiro[218].

Si ritrovano dunque tendenzialmente torrette molto simili tra loro per ospitare obici e cannoni il cui calibro spaziava da 10 a 21 cm.

Uno dei primi tipi installati dopo le torrette Gruson degli anni Settanta fu la torretta per obice singolo da 21 cm (***fig. V.III.63-67***), installato in batterie sperimentali doppie a Metz e Thorn. La costruzione della corazza ricalcava quella del progetto di Cotroceni, composto da due gusci - qui in acciaio al nichel-cromo - connessi tra loro mediante grosse viti e imbullonati a una sottostruttura in lamiera. Nonostante il materiale diverso, era concettualmente un'evoluzione di un progetto presentato da Schumann nella sua opera del 1885, ancora in ghisa indurita e con un utilizzo diffuso di componenti in legno per ammortizzare gli urti[219], che ritornò in questa versione nella base del pistone idraulico centrale. Si trattava, infatti, della prima applicazione sul campo delle torrette *a fungo* ideate da Schumann, in cui l'affusto del cannone era montato solidalmente alla cupola stessa, dov'era anche ricavata l'apertura della cannoniera, permettendo di fare a meno della muraglia. La cupola poggiava direttamente sull'avancorazza in ghisa e ruotava intorno a un perno centrale - in questo caso non era presente alcun treno di rotolamento - intorno a cui avveniva la rotazione. Per ruotare la torretta era necessario sollevarla di circa 1 cm attraverso una pompa a glicerina alla base del perno, consentendo l'evacuazione dei fumi dello sparo, per poi abbassarla nuovamente prima di aprire il fuoco, rendendo impossibile il tiro in movimento praticato con i modelli francesi. Infatti, questo sistema non prevedeva in alcun freno idraulico per contenere il rinculo, e faceva unicamente affidamento alla massa della torretta, che nel complesso era di più di 100 tonnellate. Se la cupola non si fosse appoggiata all'avancorazza preventivamente, il rinculo avrebbe esercitato un momento sulla base del perno che non avrebbe potuto che risultare in conseguenze sgradevoli[220]. Dopo aver sollevato cupola, la rotazione veniva impressa mediante una coppia di cabestani azionati da una manovella, ai due lati opposti della camera di manovra, a cui erano collegate due catene che trasmettevano il movimento alla cupola. La coppia pistone idraulico e catene sembra rimandare fortemente al progetto di Mougin del 1876, anche se non è noto se ci sia effettivamente stata un'ispirazione o se si sia trattato di una semplice convergenza evolutiva. In questo caso è però da rilevare come le catene non esercitino semplicemente trazione sul loro binario di alloggiamento in virtù dell'attrito, ma sono presenti delle scanalature apposite che permettono a ogni anello di rimanere saldamente fermo in posizione, agendo similmente alla catena di una bicicletta. L'intero movimento è innescato manualmente e non sembra esserci la possibilità di impiegare alcun motore ausiliario, ma nonostante questo si poteva compiere una rivoluzione completa in, teoricamente, 50 secondi[221]. L'impianto è collocato in un pozzo cilindrico in muratura, del diametro di 4,5 metri, con un coronamento in granito spesso circa 1 metro su cui poggia l'avancorazza, composta da 5 segmenti in ghisa a sezione squadrata, non più *ad ala* come nei casi precedenti. L'avancorazza è avvolta da un collarino in blocchi di granito, nel caso della batteria di Thorn, mentre sembra in calcestruzzo a Metz, anche se è possibile che il granito sottostante sia semplicemente nascosto da un sottile strato protettivo di cemento. Il pozzo principale era circondato da un corridoio ad anello, anch'esso in muratura, dove correva un paio di rotaie per il trasporto delle munizioni dell'obice, sollevate mediante dei montacarichi collocati in piccole nicchie ricavate nel tamburo interno in muratura. Una descrizione più approfondita della batteria sperimentale di Metz sarà fornita nel capitolo dedicato.

La tipologia a fungo ideata da Schumann offriva tali vantaggi dal punto di vista dell'economicità sia in termini monetari che di spazio occupato da diventare di fatto lo standard per quasi tutti i modelli tedeschi successivi. Lo sfruttamento della massa stessa della cupola per negare il rinculo rendeva infatti superfluo qualsiasi spazio aggiuntivo dietro alla culatta del pezzo, solitamente presente per accomodarne l'arretramento, e il diametro complessivo poteva essere ridotto alla sola lunghezza della canna. Allo stesso tempo, la relativa semplicità dell'affusto lasciava lo spazio interno più libero ed ergonomico[222]. L'obice da 21 cm fu giudicato insoddisfacente: con una granata del peso di 91 kg, il caricamento era troppo lento, richiedendo 3 minuti per completare l'operazione, e il puntamento in elevazione era reso difficile dal mancato equilibrio del pezzo. Per accelerare il caricamento vennero adottate munizioni standardizzate composte da un involucro metallico che contenesse sia il proietto che la carica propellente e, per evitare che fossero troppo pesanti, un calibro di 12 cm per i cannoni e di 15 cm per gli obici fu giudicato il limite massimo affinché la cartuccia fosse maneggiabile[223].

L'erede della torretta sperimentale per obice da 21 cm non presentava particolari variazioni, eccetto l'armamento, composto da un obice più piccolo dal calibro di 15 cm (***fig. V.III.68,70-71***), che permise di limitare il diametro della cupola a soli 2,7 metri. L'avancorazza era nuovamente in ghisa dura, divisa in quattro segmenti dalla sezione squadrata, fissati mediante flange collocate all'esterno per non sottrarre spazio all'interno, già piuttosto ristretto. La cupola, anche in questo caso, si componeva di due pezzi distinti, uniti da una sottostruttura in tre parti. L'intero complesso pesava *appena* 67 tonnellate, contro le 156 del modello precedente[224].

218 F. Krupp, *Die Festungpanzer des Fried. Krupp A.G. : Grusonwerk. Hierzu 1 Atlas. 1*, Buchdruckerei d. Gußstahlfabrik Fried. Krupp, Essen, 1910, p. 19

219 M. Schumann, *Les cuirassements rotatifs : "affûts cuirassés", et leur importance en vue d'une réforme radicale de la fortification permanente, traduction par E. B.*, G. v. Glasenapp, Potsdam, 1885, pp. 25-26

220 R. Rolf, 1991, p. 51; J. von Schütz, 1889, pp. 24-25

221 *Ivi,* p. 26

222 F. Krupp, pp. 18-19

223 *Ivi*, p. 27

224 *Ivi*, pp. 54-56

Una configurazione leggermente diversa si ritrova nella torretta per cannone a canna lunga da 10 cm[225] (***fig. V.III.69,72-73***), nonostante il funzionamento complessivo fosse identico a quello di tutte le torrette con affusto Schumann. Il pozzo in muratura, in questo caso, era coperto da un'avancorazza in ghisa che affondava maggiormente nel collarino in calcestruzzo nella parte rivolta verso il fronte, per offrire una maggiore resistenza contro il tiro in arrivo, con una sezione ricurva più simile a quella dei progetti degli anni Settanta. Per via della maggiore lunghezza del pezzo, la canna emergeva dalla cupola, con una sfera composta da più sezioni che la avvolgeva in prossimità della cannoniera, in modo da sigillarla[226]. Curiosamente, in entrambe le torrette il meccanismo di rotazione tornò a impiegare una ruota dentata posta alla base del perno. Nella variante per obice la manovra veniva effettuata direttamente nella camera di tiro, e una catena trasmetteva la rotazione dalla manovella del piano superiore a una ruota dentata a quello inferiore, nella variante per cannone avviene tutto nella camera di manovra al livello più basso.

Osservatori corazzati

Il trasferimento degli apparati dei forti in strutture defilate e altamente resistenti interessò, naturalmente, anche i punti di osservazione e di direzione del tiro dell'artiglieria: sarebbe stato inutile, infatti, proteggere l'artiglieria di fortezza e lasciare esposti gli organi che l'avrebbero dovuta coordinare e, anzi, il successo del tiro dipendeva dalla calma e dalla sicurezza degli osservatori[227]. La loro evoluzione materica ripercorse gli stessi passi seguiti dalle torrette e i primi modelli impiegati nei forti tedeschi erano infatti delle massicce strutture in ghisa indurita Gruson con le tipiche forme che derivano dal suo impiego, orientandosi successivamente verso installazioni più piccole in acciaio fuso e a forma di campana prodotte dalla Krupp, accoppiati a strumenti ottici indispensabili per la direzione del tiro a lunga distanza.

Il primo modello di cui si ha traccia è il *Panzerbeobachtungsstand Modell 1887* (***fig. V.III. 74,76-78***), concepito per essere edificato nella traversa del saliente senza particolari alterazioni del profilo del terrapieno e tipicamente in un solo esemplare per forte, possibilmente solo dove necessario per via del suo costo[228].
Lo spazio interno, largo 2,58 m, era ripartito in due stanze, su due livelli messi in collegamento da una scala a pioli, e doveva ospitare almeno 5 persone: due osservatori, il comandante, un sottoufficiale e un operatore telefonico, insieme a personale di supporto che poteva essere ospitato nel locale inferiore. Gli osservatori svolgevano le proprie mansioni in piedi, e per questo è interessante l'attenzione dedicata all'inserimento di un gradino di 20 cm per rendere la struttura utilizzabile anche da uomini di statura più bassa[229]. I fianchi sono, alla tipica maniera tedesca, protetti da gallerie di sabbia, mentre la protezione frontale è affidata a una massiccia corazza in ghisa indurita spessa 40 cm nella parte superiore e 30 cm in quella inferiore, a sezione curva e divisa in due tronconi per agevolarne il trasporto, ciascuno del peso di 17 tonnellate. L'avancorazza è inserita in un getto di calcestruzzo spesso 2,5 metri rinforzato superiormente da blocchi di granito spessi 40-60 cm - alternati per ammorsarsi al calcestruzzo sottostante - e che scende nel terreno fino a una profondità tale che una granata impattante a un angolo di 60° debba attraversare 8 metri di terra prima di raggiungerlo[230]. Completa la postazione una visiera in ghisa spessa 20 cm, ancorata mediante bulloni al supporto murario sottostante[231].

L'*Infanterie-Wachtthurm* (***fig. V.III. 79-84***) era, come suggerisce il nome, una torre di guardia per l'osservazione della fanteria, destinata a una singola persona e formata da una campana in acciaio al nichel prodotta per fusione, del diametro interno di appena 1,2 metri e della quale erano disponibili sia una versione leggera contro il tiro dell'artiglieria da campo, spessa 10 cm, sia una versione pesante resistente ai mortai pesanti, spessa 20 cm. In entrambi i casi, la campana veniva calata all'interno di un pozzo in calcestruzzo. L'accesso avveniva mediante una scala a pioli ed era possibile osservare sia seduti su un piccolo sedile aggiustabile in altezza, sia in piedi, una volta chiusa la botola di accesso, le cui due ante sono incernierate a un solaio in telaio metallico coperto da tavole in legno. Il sedile poggiava, invece, su un solaio intermedio, da cui pendeva una carrucola con una corda di canapa necessaria per l'eventuale evacuazione dell'osservatore ferito[232].
Anche se non è stata trovata alcuna indicazione al riguardo, si è osservato come i modelli di questi osservatori presenti a Metz siano accessibili in maniera diversa, mediante un sedile metallico che può essere sollevato e abbassato mediante una puleggia. E' possibile, tuttavia, che questa modifica sia stata apportata dopo il 1918, quando l'Alsazia e la Lorena tornarono nuovamente territori francesi[233].

Ancora più compatta era la *Wachtturm 90 Splittersicher* (***fig. V.III.85,87-88***), installata a partire dal 1892 e impiegata

225 Il pezzo Krupp da 10 cm venne adottato a partire dal 1893 quando il cannone da campagna da 12 cm fu giudicato superato: cadenza di tiro troppo bassa per ingaggiare bersagli in movimento, precisione sulle lunghe distanze inadeguata ed effetto di shrapnel e granate scoppianti insoddisfacente. Per incrementare la celerità del tiro venne adottata un otturatore a blocco cadente e munizioni con proietto e cartuccia insieme. Per migliorare la precisione occorreva aumentare la velocità alla volata e la densità sezionale delle munizioni, risultati ottenuti impiegando un calibro inferiore. In particolare, fu scelto il 10,5 cm già impiegato dalla Marina, in modo da uniformare i calibri (A. Muther, *Das Gerät der schweren Artillerie,* Verlag Bernard & Graefe, Berlino, 1937, p. 223)

226 *Ivi*, pp. 39-43

227 *Allgemeine Bestimmungen für den Bau von Beobachtungsständen in den Festungen,* BaMa, PH 2/1334, p. 1

228 60000 marchi del 1887 equivarrebbero oggi a circa mezzo milione di euro.

229 *Ivi*, p. 6

230 *Ivi*, p. 8

231 Le indicazioni contemplano comunque una certa varietà a seconda delle disponibilità dei materiali. Nei forti di Potsdam, per esempio, la visiera è formata da lastre laminate spesse 10 cm, tratte da scorte locali a Cummersdorf.

232 *Der leichte Wachtthurm - W.T. (l) - und der Wachtthurm - W.T.*, BaMa, PH 2/1631, pp. 1-5

233 La seguente configurazione si ritrova negli attuali forti Girardin (Manstein), Deroulede (Kameke) e di Plappeville (Alvensleben)

come postazione di allarme, per inviare il segnale tramite cavi elettrici a una rete di campanelle disseminate nel forte[234]. La cupola fornisce protezione esclusivamente contro le schegge, avendo uno spessore di appena 3 cm. Si compone di una semplice cupola mobile appoggiata semplicemente su 3 piccole ruote metalliche dotate di manovella, per consentirne la rotazione. L'avancorazza è spessa nuovamente 3 cm ed è imbullonata a un cilindro in lamiera del diametro di appena 90 cm, protetti in superficie da un collarino in blocchi di granito. L'impianto andava calato, nuovamente, in un pozzo in calcestruzzo ed era accessibile mediante una piccola scala a pioli[235].

L'ultima tipologia di osservatorio riscontrabile in questo periodo è il *Panzerbeobachtungsturm 96* (***fig. V.III.86,89-90***), molto più complesso e protetto e destinato alla direzione del tiro degli obici grazie all'impiego di strumenti di telemetria all'avanguardia. La sua struttura è assimilabile a quella di una torretta armata, presentando lo stesso meccanismo a pistone idraulico di Schumann. La cupola in sé è in acciaio al nichel, con una sezione ad arco ribassato e spessa 15 cm, avvitata a un sottostrato in lamiera di 4 cm. La cupola presenta complessivamente 3 feritoie: due sono destinate all'impiego di un telemetro ottico binoculare, probabilmente a coincidenza, mentre, sul lato opposto, una singola feritoia poteva essere impiegata per l'osservazione a occhio nudo o con l'aiuto di un cannocchiale, ed era in generale dedicata alla rapida individuazione dei bersagli[236]. Il telemetro, forse per questioni di stabilità, non era connesso nè alla cupola nè alla sottostruttura in lamiera, ma a una colonna fissata a una piattaforma al termine del pistone a glicerina, sulla quale è montata anche la sottostruttura in lamiera. La cupola ha un diametro di circa 1,8 metri e a riposo poggia su una massiccia avancorazza in ghisa spessa dai 35 ai 50 cm, immersa in un blocco di calcestruzzo che agisce sia da pozzo che da collarino[237].

Francia[238]

Torrette corazzate

Come descritto nei capitoli precedenti, un gran numero di progetti redatti in Francia in seguito agli esperimenti di Bucarest trassero spunto da quanto proposto dalla Gruson in quell'occasione. Eppure, nessuno di questi trovò alcuna applicazione nei confini Francesi. In effetti, a dettare la strada per gli sviluppi successivi, fu un'altra serie di esperimenti condotti a Châlons nel 1888. Se nella fase antecedente alla crisi delle granate-torpedini il Service des Cuirassements aveva optato per blindare solo il 20-25% dell'artiglieria di fortezza, l'intenzione era ora che ogni pezzo, di qualsiasi calibro e funzione, fosse da installarsi in torretta[239]. Per studiare al meglio gli effetti dei nuovi proietti, due prototipi vennero sperimentati dall'ottobre 1887 al maggio 1888, uno progettato da Mougin e prodotto dalla Saint-Chamond, chiaramente ispirato alla torretta tedesca di Bucarest, e uno più innovativo, prodotto in collaborazione da Compagnies de Fives-Lille e Chatillon-Commentry su progetto del nuovo capo del servizio, il tenente-colonnello Bussière. La prima non è di particolare interesse, la seconda definirà l'orientamento dei progetti francesi per gli anni a venire, introducendo il principio della torretta a scomparsa. Anche se si trattava ancora di un progetto acerbo, da rifinire nei suoi aspetti dimensionali e formali - la muraglia era inutilmente alta, la copertura completamente piatta, il sistema del contrappeso troppo complicato[240] - da questo momento tutti i progetti di torrette francesi ne condivideranno il principio[241].

Nel 1889, il capitano Galopin brevettò un sistema (***fig. V.III.91-98***) per consentire la rapida manovra di elevazione di una torretta per cannoni di grosso calibro senza l'ausilio di motori a vapore[242]. L'armamento era composto da uno o due cannoni da 155 mm, destinati sia all'interdizione dei movimenti di fanteria, sia allo scontro con l'artiglieria d'assedio. La torretta era composta da una muraglia del diametro di 5,55 metri composta da 4 segmenti in acciaio spessi 45 cm, a cui era fissata, tramite 23 grosse viti, una copertura a cupola in ferro laminato di 30 cm, a cui si aggiungeva un rivestimento interno multistrato in lamiera. Tramite una piastra di supporto in acciaio, la muraglia poggiava sul corpo cilindrico che costituiva la camera di combattimento, in lamiera e profili angolari. La camera era sostenuta dal perno cilindrico centrale, che scorre in una guida circolare in bronzo fissa[243]. Questo perno, mediante una corona di rulli conici in acciaio, poggiava su una sella in acciaio stampato, che consentivano la rotazione libera della torretta. La sella era fissata, mediante due

234 *Vorschrift zur Ausstattung von Forts und Zwischenwerken mit splittersicheren Beobachtungsständen in bereits verstärkten Schutzhohlräumen*, BaMa, PH 2/1332, pp. 1-4

235 https://fortifications-neuf-brisach.blogspot.com/2018/10/fortifications-de-neuf-brisach-coupole.html, consultato in data 18/06/2026

236 Sembra che l'esemplare installato nell'attuale Fort Wielka Księża Góra non abbia solo una la feritoia per cannocchiale sulla parte opposta della cupola, ma anche altre due ai lati del telemetro principale. Questa soluzione indubbiamente renderebbe più rapido il puntamento della cupola in direzione del bersaglio individuato, dovendo compiere una rotazione di 90° invece di 180°.

237 F. Krupp, pp. 81-82; *Anlage 6 zum Bericht vom 20. Februar 1907.- Fortifikation Tsingtau.- 15-cm-Haubitz-Panzer-Batterie Tschung-tschia-wa.- Panzerbeobachtungsturm (Bauentwurf)*, BaMa, RM 3/24751

238 E' possibile trovare dettagli tecnici approfonditi sul funzionamento di questi impianti nei tanti corsi e manuali della scuola di applicazione del Genio, in particolare il corso del capitano Tricaud del 1909, dal momento che nei corsi dei decenni precedenti le informazioni sono spesso schematiche e si rimanda esplicitamente alle lezioni orali, trattandosi di segreti militari ancora *freschi*. Per le vicende storiche - dove furono installate, quale fu il loro impiego e la loro sorte -, che richiederebbero un'approfondita ricerca archivistica che esula dagli intenti di questa tesi, si rimanda al volume di Philippe Truttmann.

239 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification, Cuirassements, ...* , pp. 45-47

240 *Ivi*, pp. 53-59

241 Il tentativo di semplificare il meccanismo di elevazione della torretta si tradusse in alcuni interessanti meccanismi, nessuno dei quali trovarono applicazione. Il colonnello del Genio Souriau ideò un sistema per cui il perno della torretta poggiava su un galleggiante in una cisterna d'acqua. Il perno presentava aperture al livello dell'acqua in modo da trasferirla dalla cisterna a uno serbatorio nel perno stesso, in modo da sfruttare il peso dell'acqua come contrappeso *dinamico* per sollevare e abbassare la torretta col minimo sforzo. La manovra richiedeva comunque 30 secondi e il progetto fu scartato. Peculiare fu una soluzione presentata da Mougin che comportava l'oscillazione della torretta intorno a un asse orizzontale passante per il suo centro, piuttosto che la sua elevazione, scoprendo la feritoia all'occorrenza ma senza realmente sollevare o abbassare l'intero impianto. Anche in questo caso, la durata della manovra era eccessiva, di 16 secondi. (*Ivi*, pp. 61-64; M. Borgatti, pp. 363-364)

242 C-J-B. Simoutre, *Cours de fortification permanente, 2e partie, 3e section, Détails des cuirassements ...*, pp. 79-80

243 Ritengo probabile che la scelta del bronzo per questa componente possa essere motivata dal minore attrito che genererebbe a contatto con l'acciaio.

bielle di sollevamento, alle estremità dei bilanceri. Il recuperatore d'inerzia era infatti costituito da due massicci contrappesi alle estremità di due bilanceri in lamiera, che ruotavano non intorno a un asse fisso, ma su una rotula curva che spostava il fulcro di rotazione rendendolo progressivamente più vantaggioso dalla posizione in batteria a quella abbassata, le uniche due in cui la torretta fosse in equilibrio stabile[244].

Il lavoro necessario a vincere le resistenze passive iniziali dovute all'attrito tra le componenti meccaniche era accumulato, nell'intervallo di 2 minuti tra una salva e l'altra, sollevando un altro contrappeso, detto contrappeso motore, che agiva all'estremità di una leva collegata tramite un'asta alla sella inferiore del perno della torretta. Durante la fase di discesa questo contrappeso non svolgeva alcuna funzione, in quanto la torretta presentava già un eccesso di peso che consentiva di vincere le resistenze passive. L'intera operazione aveva una durata di appena 2 secondi. La rotazione era impressa alla torretta mediante un cabestano che ingaggiava una corona dentata intorno alla camera di combattimento. La rotazione era, infatti, indipendente dal meccanismo di sollevamento, che rimaneva fisso. Il puntamento era indiretto e gli affusti, come nell'originale torretta Mougin, sono a feritoia minima e ad affusto indipendente dalla corazza, contrariamente a quelle tedesche.

La torretta era inserita all'interno di un pozzo in calcestruzzo speciale, sormontato da un'avancorazza in acciaio fuso. Nonostante fosse indubbiamente più semplice ed efficiente rispetto al prototipo di Bussière, il costo di un singolo esemplare era esorbitante, di ben 850.000 franchi[245]. Per questo ne vennero installate solo cinque e, a partire dal 1902, venne avanzata la richiesta di realizzarne una versione ridotta per un singolo cannone da 155 mm (***fig. V.III.99-102***), con diversi vantaggi: un puntamento più semplice, diametro - e quindi peso e costo - minore, nonchè minore possibilità di guasti grazie a sollecitazioni inferiori sulle componenti meccaniche Il risultato fu una torretta Galopin con un diametro di soli 4,10 metri e muraglia ridotta a 30 cm di spessore - grazie a una migliore qualità dell'acciaio, con l'introduzione dell'acciaio al nichel-cromo e alla tempra nel piombo - dimezzando il peso e il costo complessivo. Al suo interno venne adottato un pezzo corto da 155 mm con culatta a percussore meccanico, eliminando l'innesco elettrico e dunque anche la possibilità di effettuare fuoco in movimento. Se da un lato questo la rendeva leggermente più vulnerabile al tiro avversario, allo stesso tempo migliorava la cadenza di tiro a circa 2 colpi e mezzo al minuto, troppo veloce per poter sollevare il contrappeso motore tra una salva e l'altra. Il risultato fu che la torretta, quando possibile, andasse impiegata come una a rotazione semplice e non a scomparsa[246]. In effetti, effettuando un tiro curvo e non teso, era anche possibile schermare la torretta con un terrapieno, cosa che avrebbe reso superfluo il costoso meccanismo per la sua elevazione, motivo per cui vennero realizzati alcuni modelli a rotazione semplice, anche se i primi esemplari iniziarono a essere disponibili solo nel 1914[247].

Per la difesa ravvicinata e il fiancheggiamento degli intervalli, a partire dal 1890, Bussière iniziò a concepire una torretta a scomparsa per pezzi leggeri da 57 mm (***fig. V.III.103-107***) montati su un affusto a sfera che consentiva anche un certo brandeggio orizzontale. Ne però furono costruiti solo 4 esemplari, in due serie ciascuna con modelli leggermente diversi di cannoni, che potevano tirare solo a mitraglia o a shrapnel, dunque avevano una portata piuttosto limitata[248].

Il leggendario *canon de 75 mm Modèle 1897*, introdotto nello stesso anno e che venne immediatamente impiegato nelle casematte di Bourges, non potè che trovare un'applicazione anche nell'artiglieria in torretta. Il progetto dedicato (***fig. V.III.108-113***) era effettivamente dimensionalmente identico a quello della torretta per pezzi da 57 mm, e fu infatti necessario accorciare la canna di circa 70 cm. La sua funzione era primariamente l'azione di fiancheggiamento laddove non fosse conveniente la costruzione di casematte in calcestruzzo, oppure per battere il terreno di fronte al forte nel momento in cui il fiancheggiamento sia assolto in altro modo[249]. Dal momento che era concepita per prendere di sorpresa l'avversario in avvicinamento, fare fuoco il tempo necessario per scompaginare l'avanzata e poi abbassarsi per resistere al tiro di controbatteria, non era richiesta una particolare velocità di elevazione. Abbassarla dopo ogni salva avrebbe completamente negato la straordinaria rapidità di tiro dei suoi cannoni, per cui venne adottato un meccanismo molto più semplice rispetto a quello della torretta Galopin, con un contrappeso su un bilancere che ruota intorno a un perno fisso e nessun contrappeso motore. Rimanendo esposta per relativamente poco tempo, prima che l'artiglieria avversaria potesse aprire il fuoco, la muraglia era relativamente sottile - tra i 15 e 20 cm -, stampata in unico pezzo in acciaio con aperte due feritoie e un visore per permettere all'equipaggio di correggere il tiro senza indicazioni di un osservatore esterno. Un dettaglio interessante era la sezione della muraglia, approssimativamente a forma di C, in modo che lo spazio tra la cupola e l'avancorazza fosse maggiore durante l'abbassamento per permettere a eventuali detriti di cadere all'interno e di non bloccarne il funzionamento. Naturalmente era la copertura a cupola, in ferro laminato, a essere più spessa, arrivando a 30 cm a cui si aggiunge il rivestimento interno in lamiera. La corazza riposava, anche in questo caso, su un cilindro in lamiera che andava a costituire la camera di

244 [s. n.] Vallernaud, *Cours de fortification. 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle. 4e section. Des cuirassements employés dans la fortification. 3 leçons*, Lithographie de l'Ecole d'application de l'artillerie et du génie, Parigi, 1895, p. 41

245 Corrispondenti, nel 1901, a 380 milioni di euro.

246 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 72-92; P. Truttmann, pp. 365-372

247 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 92-94; P. Truttmann, pp. 372-374

248 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 104-106; P. Truttmann, pp. 377-378; [s. n.] Vallernaud, pp. 46-47;

249 Ministère de la Guerre, *Règlement de manouvre de l'artillerie à pied. Service des canons sous tourelle et casemate e des mitrailleuses sous tourelle, Titres VI, VII et VIII, canons de 75 sous tourelle à eclipse et sous casemate, mitrailleuses m.le 1900 sous tourelle. Rédaction approuvée par le Ministère de la Guerre le 28 semptembre 1911*, Imprimerie Nationale, Parigi, 1911, p. 43

combattimento, dove si trovava una bocchetta per l'aspirazione dei fumi tossici da parte di un ventilatore al livello inferiore. Dalla camera di combattimento diversi tubi vocali permettevano all'equipaggio di comunicare sia con i livelli inferiori che con l'osservatorio più vicino[250]. Al cilindro è assemblato il perno tubolare, dotato di scanalature in cui inserire 4 chiavistelli caricati a molla per bloccare la torretta in batteria. Come nel modello Galopin, l'impianto ruota su un treno di rulli troncoconici poggiante su una selletta in acciaio. Al di sotto, anche qui, una biella di sollevamento collega la torretta al bilancere. Tuttavia, l'elevazione avviene semplicemente mediante una manovella che fa scorrere il contrappeso verso l'alto o verso il basso tramite una ruota dentata che ingaggia una cremagliera curva.

Il pozzo della torretta era in semplice calcestruzzo di cemento speciale fino alla sala intermedia, dove avveniva il puntamento indiretto e dove erano stivate 700 munizioni per l'accesso rapido, da sollevare con un montacarichi. La parte superiore, tuttavia, era in calcestruzzo armato: è qui che era immersa l'avancorazza, in ghisa indurita - semplicemente perchè più economica - e spessa al massimo 35 cm. Allo scoppio della Grande Guerra, ben cinquantasette esemplari erano stati installati[251], per una spesa complessiva di circa 11.600.000 di franchi[252].

La tendenza a proteggere l'armamento dei forti in torrette coinvolse anche le mitragliatrici, una strada non seguita in Germania. Non solo, ma si trattava, anche in questo caso, di modelli a scomparsa. In effetti, la questione della difesa ravvicinata con armi di piccolo calibro fino ad allora era affidata prevalentemente alla fanteria sui parapetti e si ricorda come gli unici ambienti riparati fossero le caponiere e le caserme di gola, lasciando i fanti sui parapetti completamente alla mercé dell'artiglieria, problema indubbiamente reso più rilevante dal perfezionamento delle granate a shrapnel. L'invenzione della mitragliatrice permise di concentrare lo stesso volume di fuoco di un gran numero di fucili in un pacchetto compatto e facilmente difendibile, ancora poco adatta al combattimento in campo aperto - le *mitrailleuse* francesi, ancora inquadrate nell'artiglieria, ottennero modesti risultati nella guerra del 1870 - ma perfettamente adatta all'impiego in fortezza, dove l'ingombro e la scarsa mobilità non costituivano alcun problema. In Francia, infatti, venne prodotta una singola torretta per una mitragliatrice di tipo Gatling già nel 1895, mentre in Germania Schumann progettava torrette a scomparsa per il cannone a canne rotanti Hotchkiss da 37 mm. Bisognerà aspettare il 1899 per vedere qualcosa di assimilabile a una mitragliatrice moderna, a una sola canna, raffreddata ad aria e caricata automaticamente con un meccanismo di recupero del gas, con la *Hotchkiss modèle 1900*, di calibro standard francese 8 mm. Intorno a quest'arma venne sviluppata una torretta a scomparsa (***fig. V.III.114,116-117***) destinata unicamente alla difesa ravvicinata - nell'ordine dei 500 metri - da operare solo quando il tiro dell'artiglieria avversaria fosse stato sospeso o alleggerito, evitando un'usura e un surriscaldamento prematuro nonchè l'esposizione a rischi superflui. Per questo motivo, la muraglia della torretta, in acciaio al cromo e spessa 2 cm, era in grado di resistere solo a munizioni leggere, mentre la calotta di copertura, in ferro laminato e spessa 12 cm, poteva sopportare anche l'impatto di proietti di medio calibro. Il diametro della muraglia era di appena 1,31 metri, grazie all'impiego di un affusto che consentiva di far scorrere completamente le mitragliatrici all'interno durante il sollevamento. Non era presente una camera di combattimento vera e propria. La muraglia era sorretta da 3 mensole e da cui era separata da un ammortizzatore in caucciù per smorzare le vibrazioni dovute allo scoppio di granate nelle vicinanze. Le mensole convergevano in un perno centrale su cui è montata una piattaforma per consentire ai mitraglieri di stare in piedi. Al centro di questo perno si trovava un albero che terminava nella parte inferiore in una cremagliera, su cui agiva un ruota dentata azionata da una manovella situata nel livello intermedio. Lo sforzo necessario per sollevare e abbassare la torretta era ridotto dalla presenza di un contrappeso retto da 3 catene che, tramite 3 pulegge, confluivano alla base della cremagliera, un sistema che rimanda a quello impiegato nello scudo mobile della casamatta in ghisa. A dispetto della presenza di due mitragliatrici, solo una era da adottarsi in un dato momento, l'altra costituiva una ridondanza di sicurezza nel caso la prima presentasse malfunzionamenti o per consentire alla prima di raffreddarsi[253]. Il pozzo della torretta era in calcestruzzo armato e l'avancorazza era composta da un blocco unico in acciaio fuso, con un rivestimento interno in lamiera dolce, forse per compensare la mancanza di una camera di combattimento propriamente confinata da un cilindro metallico come nelle torrette più grandi[254]. Un panorama, dipinto all'interno dell'avancorazza, doveva fornire i punti di riferimento necessari per il puntamento in condizioni notturne o di scarsa visibilità, con l'ausilio di un sistema di puntamento automatico per tirare su un settore di tiro limitato alle immediate vicinanze[255].

Direttamente derivata dalla torretta per mitragliatrici era quella per un proiettore elettrico (***fig. V.III.115,118-119***) - si ricorda come Brialmont abbia avanzato quest'idea già nel 1863 - seppur aumentandone il diametro. Il meccanismo d'eclissi era diviso in due parti, uno per la torretta e uno per il faro. Il primo era costituito da due contrappesi sorretti da catene, posizionati alle estremità opposte, il secondo era fondato semplicemente su 4 guide composte da profili metallici, per abbassare il faro indipendentemente ed effettuare riparazioni. Per il resto, presentava un pozzo e un'avancorazza analoghe a quelle del modello da cui è stata derivata.

250 Ministère de la Guerre, 1911, p. 18
251 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 95-103; P. Truttmann, pp. 378-383
252 Ad oggi, circa 5 miliardi di euro, escludendo la costruzione del relativo osservatorio che accompagnava ciascuna di queste torrette.
253 Ministère de la Guerre, 1911, p. 172
254 P. Truttmann, pp. 385-387
255 Ministère de la Guerre, 1911, p. 171

La torretta era telecomandata da un osservatorio corazzato vicino[256].

Osservatori corazzati

Rispetto ai corrispettivi tedeschi, la varietà è scarsa. Quelli destinati alla direzione del tiro delle torrette, e quelli destinati a informare il comandante di cosa accada intorno al forte sono analoghi, entrambi erano formati da una campana in acciaio fuso (***fig. V.III.120,122-123***) spessa fino a 25 cm e con un diametro interno di appena 80 cm, inserita in un massiccio di calcestruzzo armato. Tre feritoie garantivano un campo visivo di 240°, l'osservatore disponeva di una panca regolabile in altezza e vi accedeva mediante una scala a pioli. Lo spazio ristretto all'interno impediva l'impiego di strumenti più avanzati di un binocolo e un goniometro, diversamente da quanto accadeva nei corrispettivi tedeschi.

Le garitte per l'osservazione (***fig. V.III.121,124-125***) avevano una forma simile, ma lo spessore era di soli 5 cm e destinato unicamente alla protezione dalle schegge. La garitta era immersa in un collarino in calcestruzzo spesso 80 cm e vi si poteva accedere tramite una scala a pioli, nel caso in cui fosse posizionata in testa a una traversa, oppure mediante una piccola porta sul retro, nel caso fosse isolata[257].

256 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 105-112; P. Truttmann, pp. 390-394

257 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements, ...* , pp. 112-115; P. Truttmann, pp. 394-398

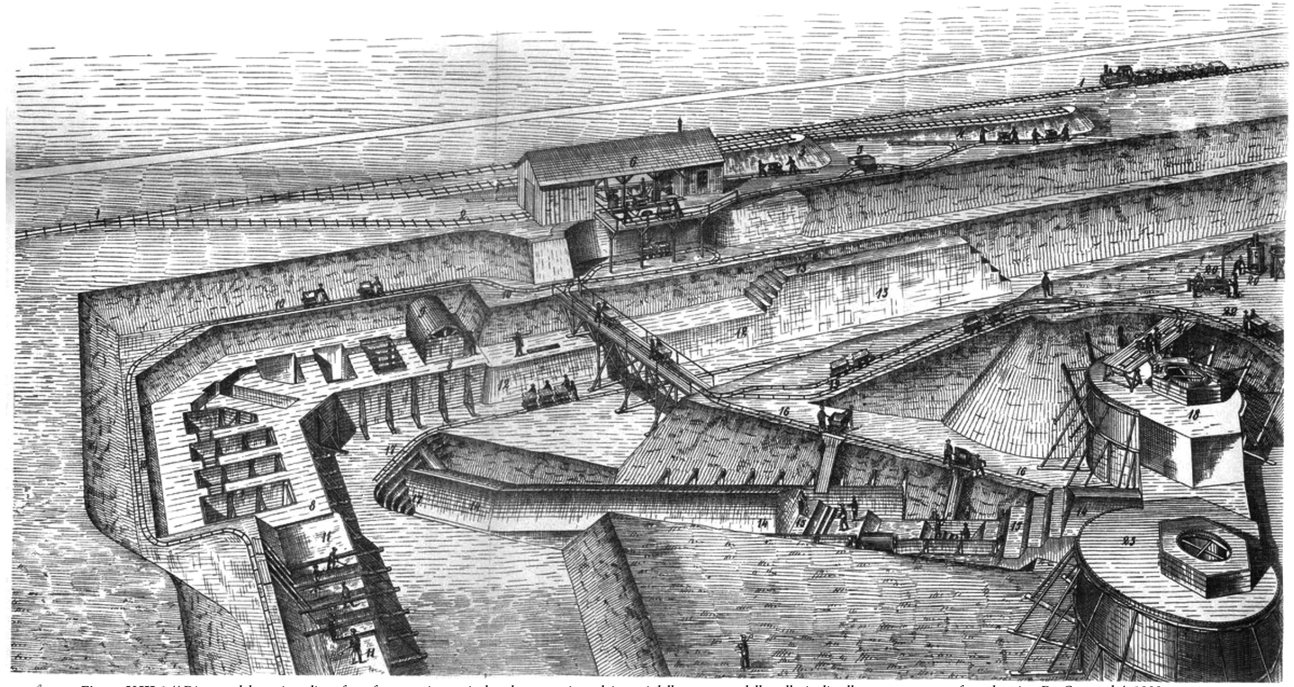


Figura V.III.1 *// Disegno del cantiere di un forte francese, in particolare la costruzione dei pozzi delle torrette e delle gallerie di collegamento a un cofano doppio - Da Comandré, 1900*

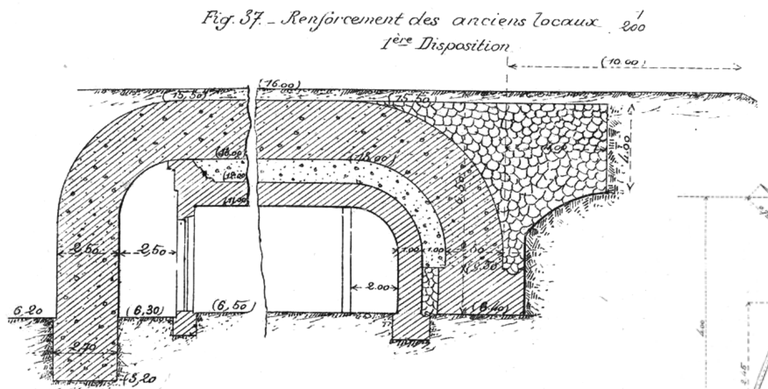


Figura V.III.2 // *Prima disposizione del carapace in forte francese - Da Tricaud, 1909*

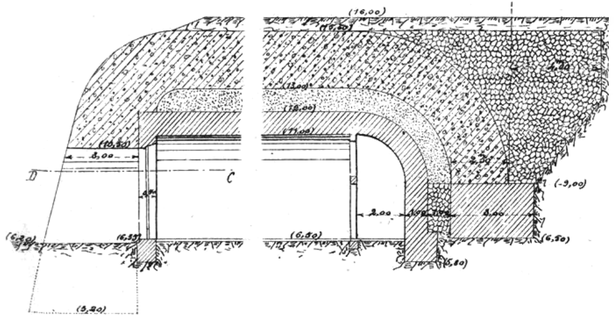


Figura V.III.3 // *Seconda disposizione del carapace in forte francese - Da Tricaud, 1909*

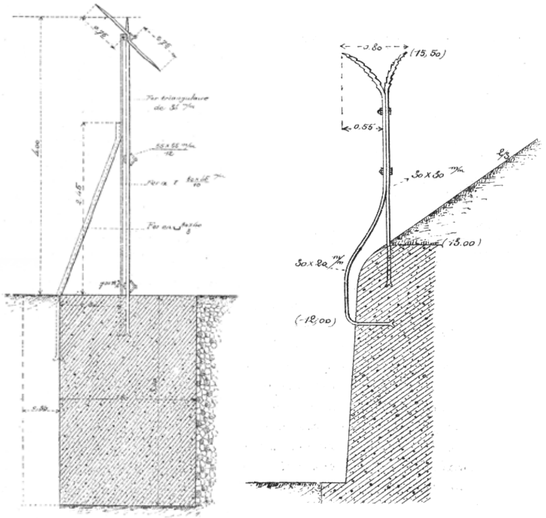


Figura V.III.4 // *Griglia di scarpa e controscarpa - Da Tricaud, 1909*

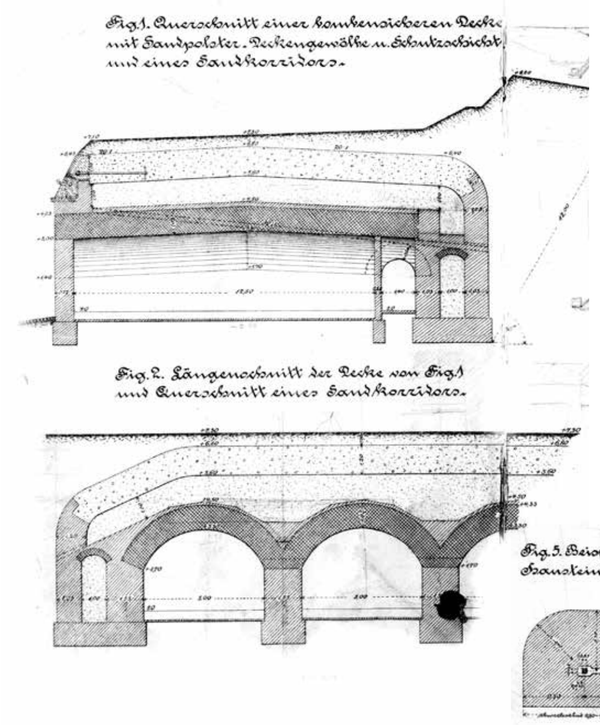


Figura V.III.5 // *Disposizione del carapace in un forte tedesco - Da BaMa, PH 2/1329*

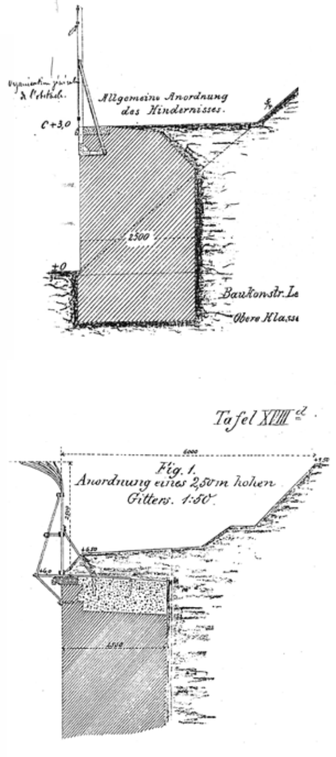


Figura V.III.6 // *Griglia di scarpa e controscarpa - Da SHD, 1 VM 13*

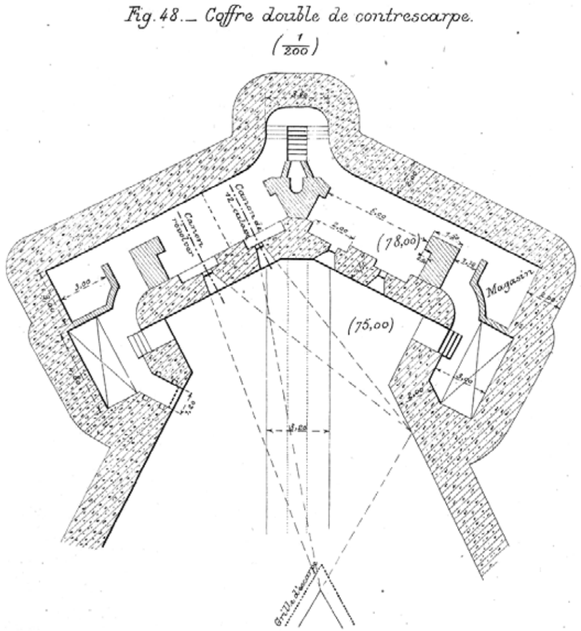


Figura V.III.7 *// Cofano di controscarpa doppio per il fossato del fronte - Da Tricaud, 1909*

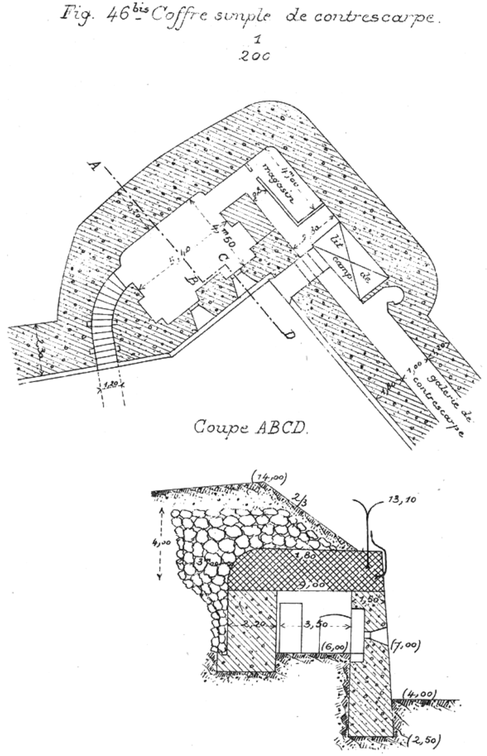


Figura V.III.8 *// Cofano di controscarpa singolo il fossato dei fianchi - Da Tricaud, 1909*



Figura V.III.9 *// Cofano doppio, Épinal - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.11 *// Cofano singolo ccon rinforzo in béton spécial, Lione - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.10 *// Cofano doppio, Metz - Da Fortifsere.fr*

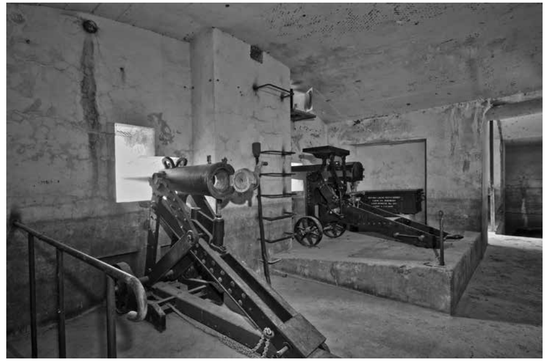


Figura V.III.12 *// Interno con cannone da 120 mm e cannone rotante Hotchkiss da 40 mm - Da Fortifsere.fr*

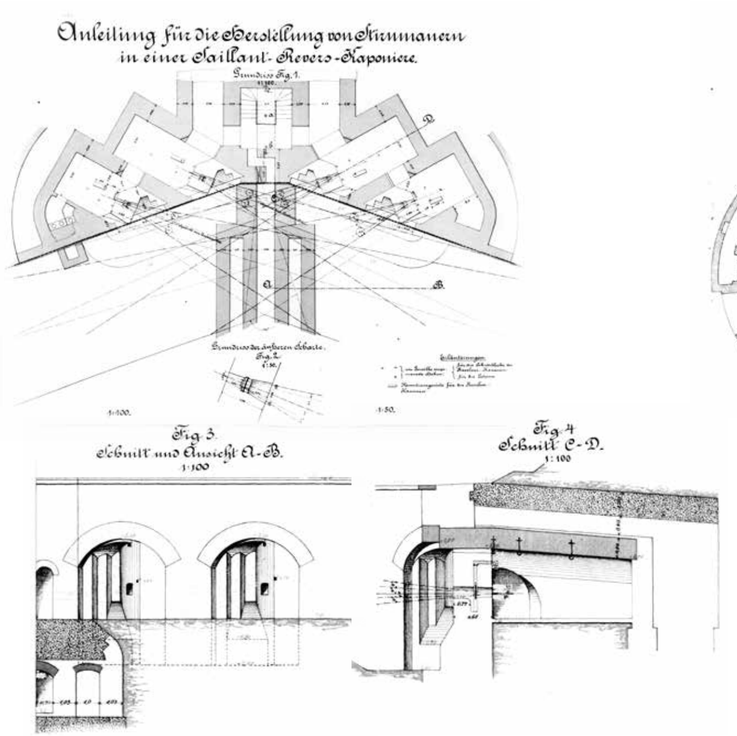


Figura V.III.13 *// Cofano di controscarpa doppio per il fossato del fronte - Da BaMa, PH 2/1326*

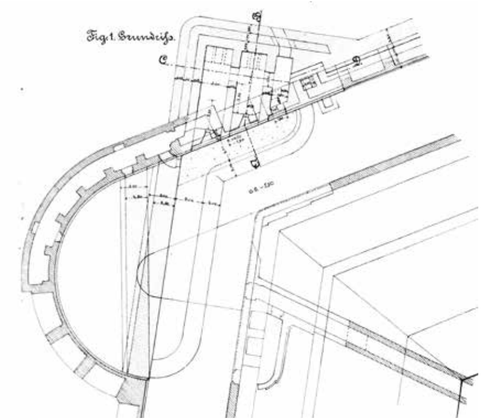


Figura V.III.14 *// Cofano di controscarpa singolo il fossato dei fianchi - Da BaMa, PH 2/1328*

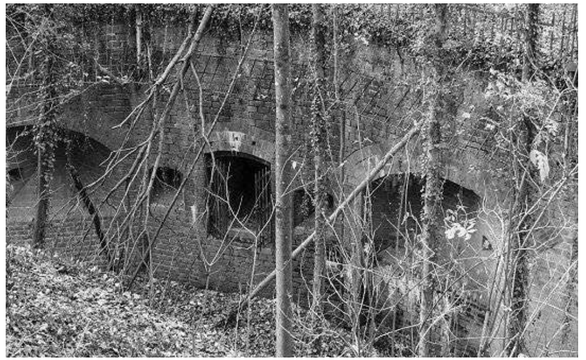


Figura V.III.15 *// Cofano doppio, Metz - Da Festungsbauten.de*



Figura V.III.17 *// Cofano singolo, Strasburgo - Da Festungsbauten.de*



Figura V.III.16 *// Parte sinistra di un cofano doppio, Metz - Foto dell'autore*

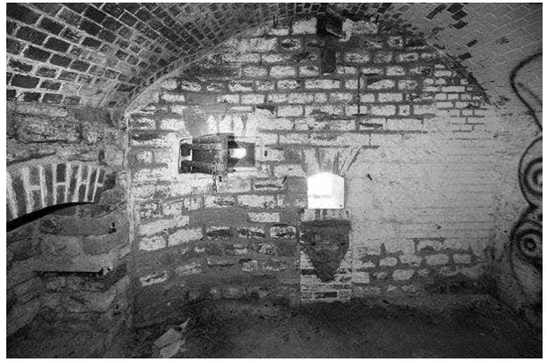


Figura V.III.18 *// Interno di un cofano da armare con un cannone Hotchkiss - Da Festungsbauten.de*

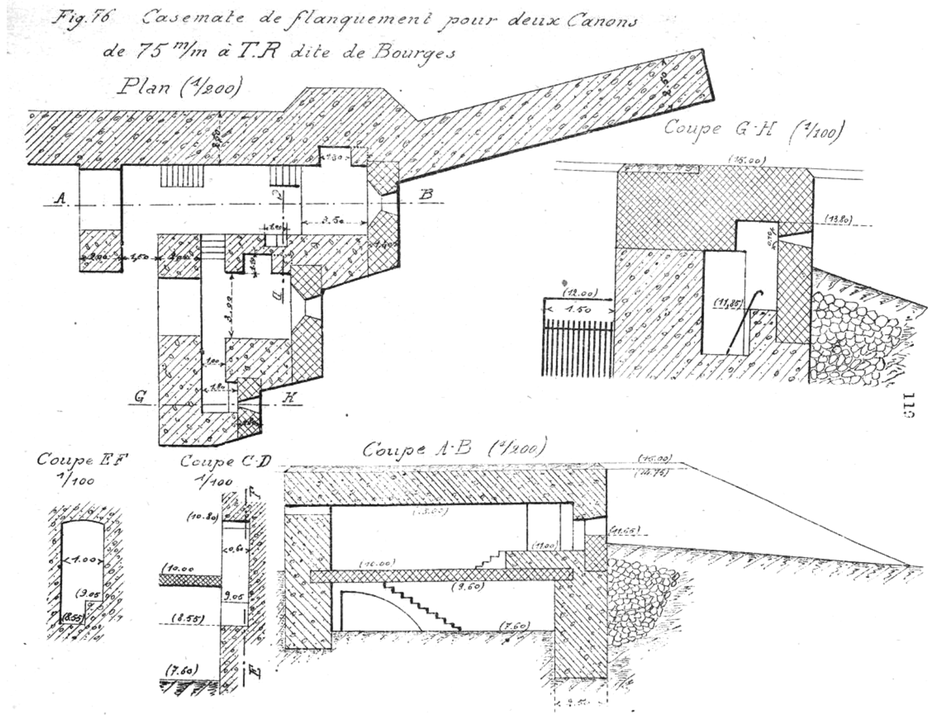


Figura V.III.19 *// Casamatta di Bourges - Da Tricaud, 1909*



Figura V.III.20 *// Casamatta di Bourges, Épinal - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.22 *// Binari per il trasporto del pezzo, Verdun - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.21 *// Casamatta di Bourges, Verdun - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.23 *// Cannone da 75 mm, Épinal - Da Fortifsere.fr*

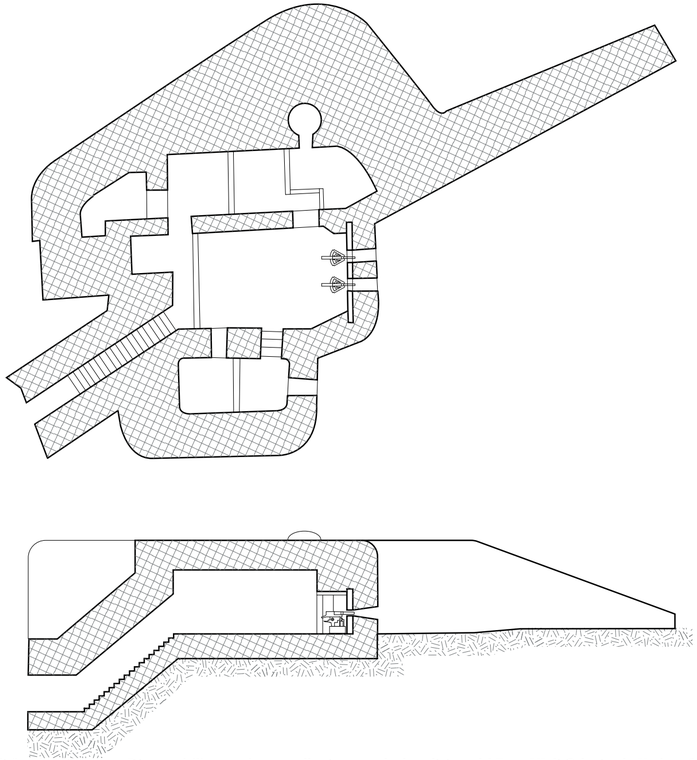


***Figura V.III.24** // Casamatta di fiancheggiamento - Disegno dell'autore, basato sulle piante per la demolizione del Forte VI di Colonia, da Koelner-festungsbauten.de*



***Figura V.III.25** // Casamatta di fianchegiamento del forte VI, Colonia - Illustrazione dell'autore*



***Figura V.III.27** // Casamatta del forte VI, Colonia - Da Koelner-festungsbauten.de*

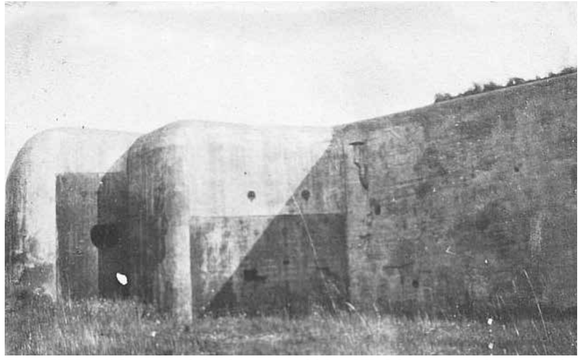


***Figura V.III.26** // Casamatta di fianchegiamento del forte VII, Colonia - Da Koelner-festungsbauten.de*



***Figura V.III.28** // Probabile configurazione interna in una batteria analoga nel Feste Wagner, Metz - Da Festungsbauten.de*

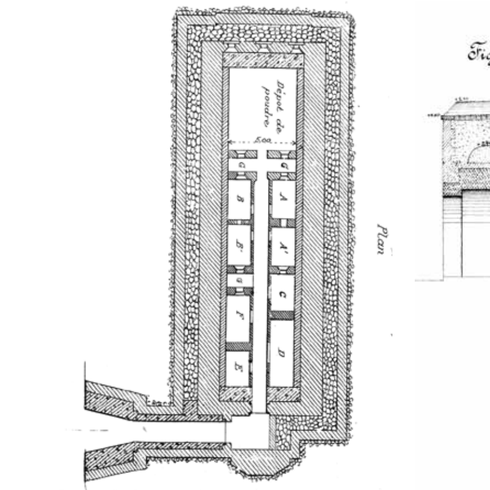
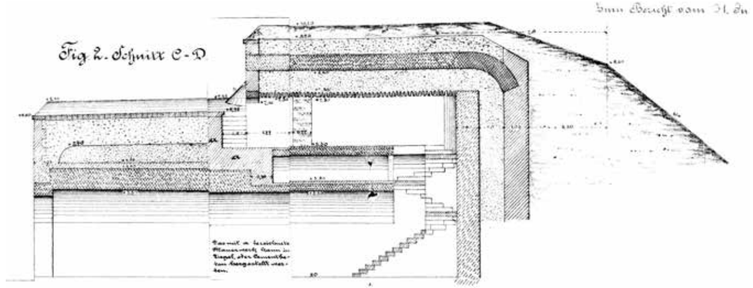


Fig. 91 Renforcement d'un magasin à poudre antérieur à 1885 ($\frac{1}{200}$)

Figura V.III.29 // *Rinforzo di una polveriera francese- Da Tricaud, 1909*



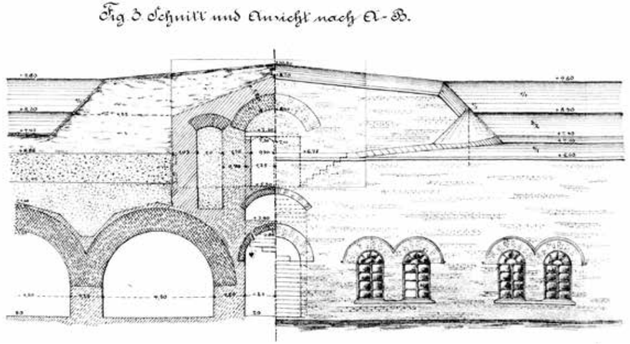
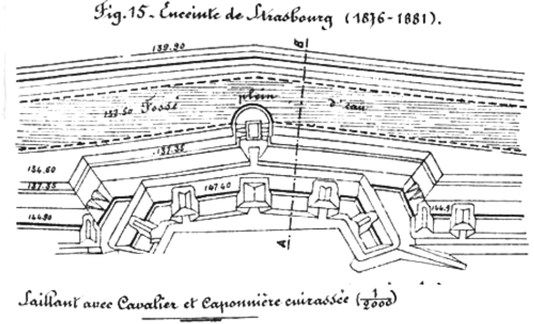


Figura V.III.30 // *Rinforzo di una traversa-polveriera tedesca con solaio in calcestruzzo e lamiera - Da BaMa, PH 2/1344*



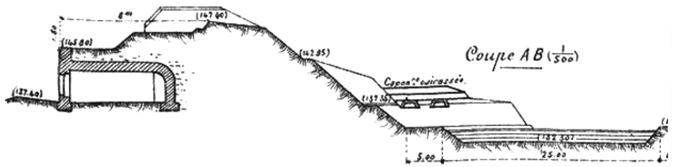


Figura V.III.31 // *Pianta di un bastione di Strasburgo e sezione sul saliente - Da Piarron de Mondesir, 1909*

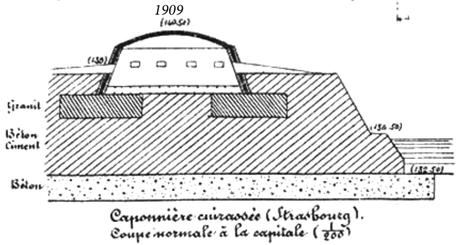


Figura V.III.32 // *Sezione trasversale della caponiera corazzata - Da Piarron de Mondesir, 1909*



Figura V.III.33 // *Caponiera del bastione XVII - Da Festungsbauten.de*

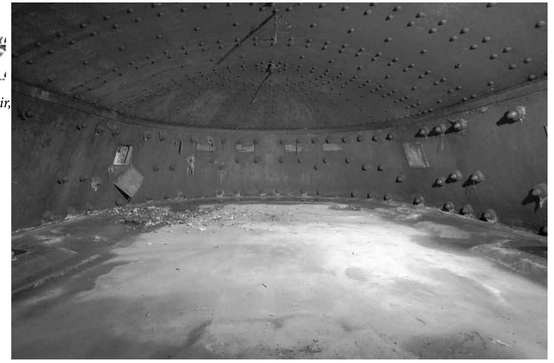


Figura V.III.34 // *Interno della caponiera - Da Archi-wiki.org*

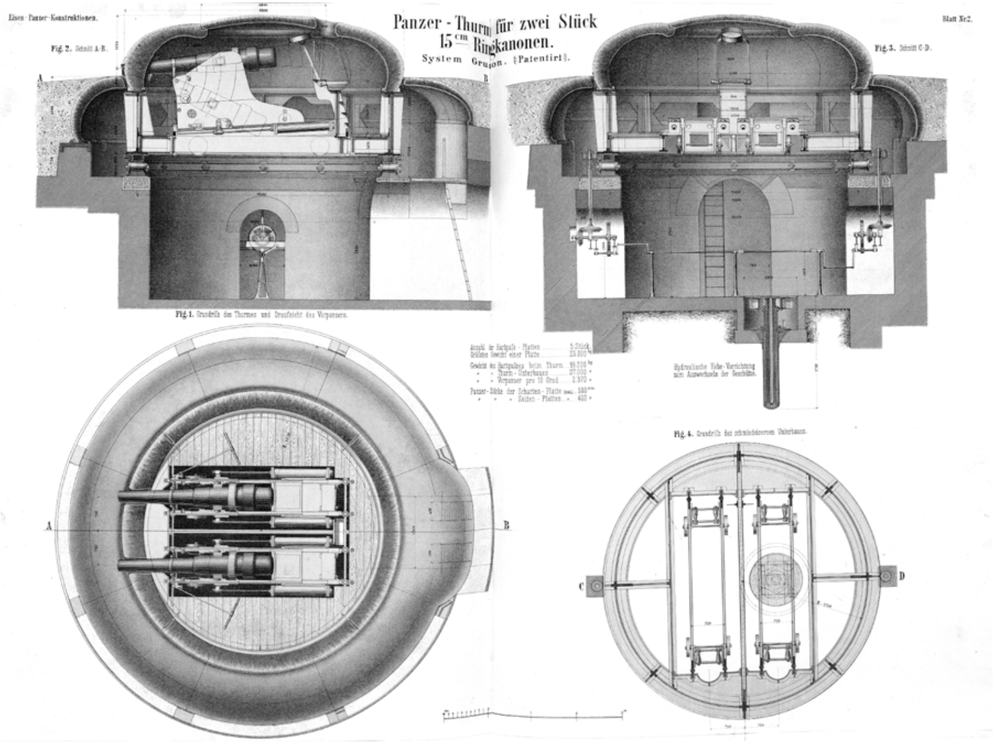


Figura V.III.35 *// Torretta Gruson per due cannoni da 15 cm - Da KK Technisches & Administratives Militär-Comité, 1880*



Figura V.III.36 *// Torretta Gruson per due cannoni da 15 cm, Metz - Foto di Joseph Silesi*



Figura V.III.37 *// Interno della torretta, Metz - Foto di Joseph Silesi*



Figura V.III.38 *// Piastra di copertura con trou d'homme, Metz - Da Festungsbauten.de*

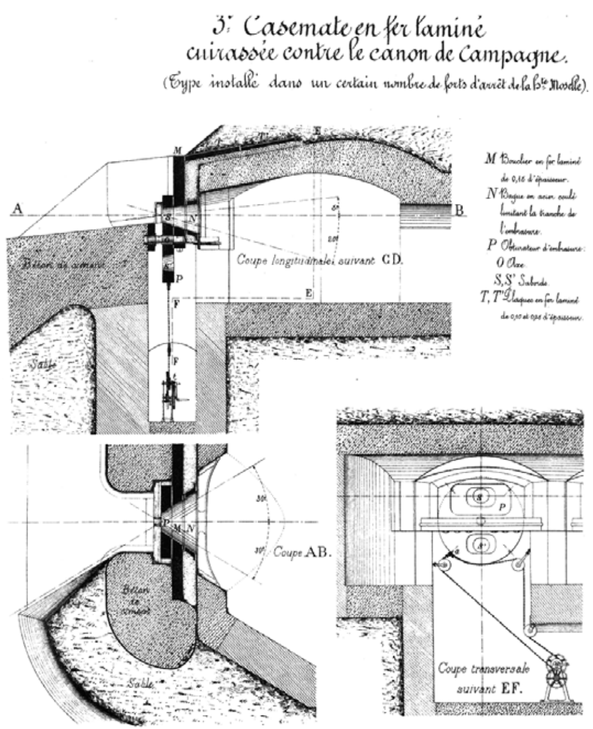


Figura V.III.39 *// Casamatta in ferro laminato - Da Vallernaud, 1895*

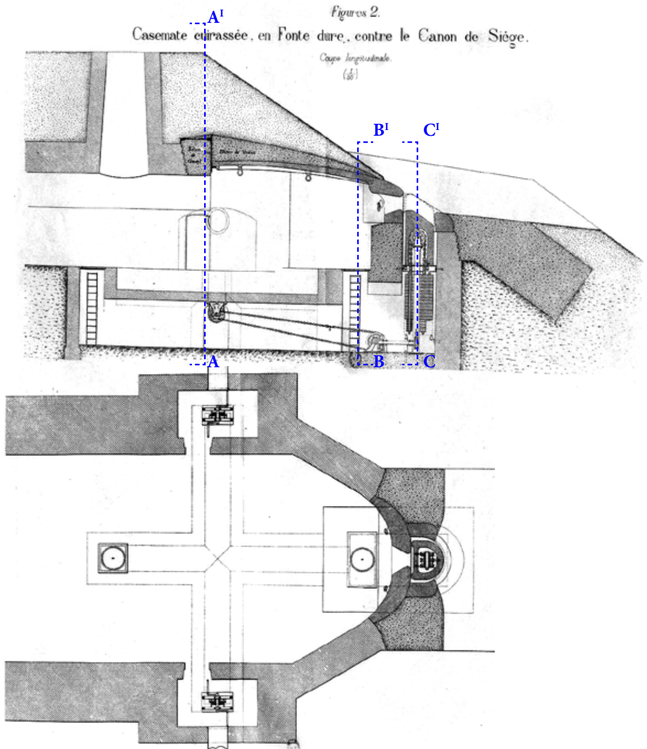


Figura V.III.40 *// Casamatta in ghisa - Da Simoutre, 1892*

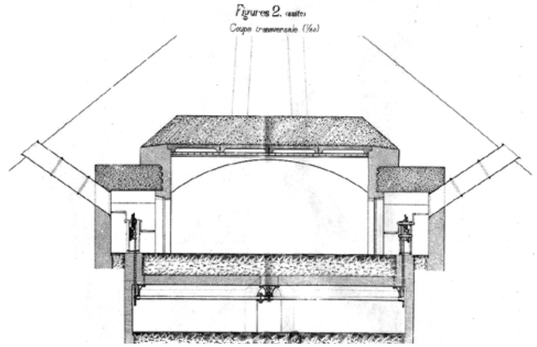


Figura V.III.41 *// Sezione A-A' - Da Simoutre, 1892*

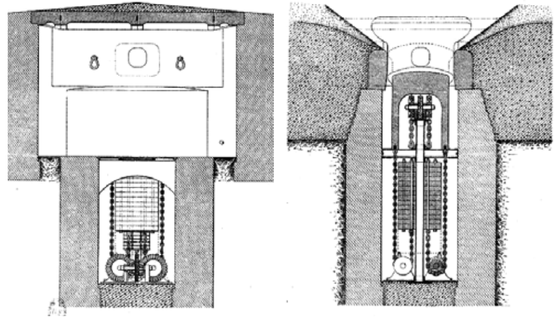


Figura V.III.42 *// Sezioni B-B' e C-C' - Da Simoutre, 1892*

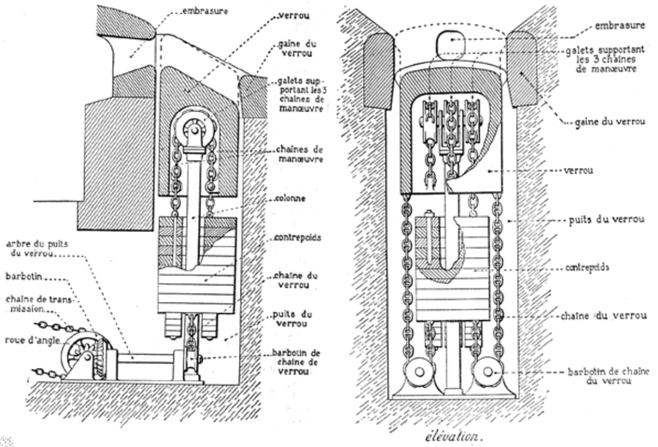


Figura V.III.43 *// Dettagli del contrappeso - Da Ministère de la Guerre, 1892*



***Figura V.III.44** // Casamatta in ferro laminato, Thillot - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.45** // Interno della casamatta in ferro laminato, Thillot - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.46** // Casamatta in ghisa, Laon - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.47** // Dettaglio del blocco mobile, o verrou, Laon - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.48** // Casamatta in ghisa con verrou sollevato, La Cluse-et-Mijoux - Da Fortifsere.fr*



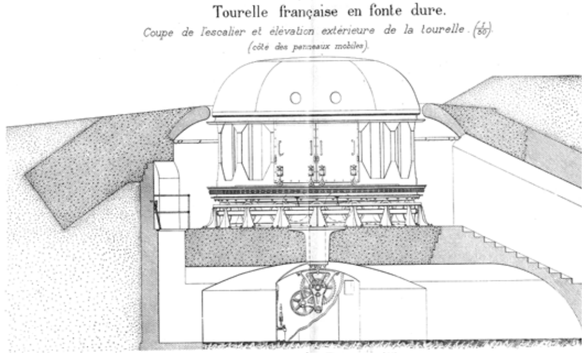
***Figura V.III.49** // Interno di una casamatta in ghisa, Pontarlier - Da Fortifsere.fr*

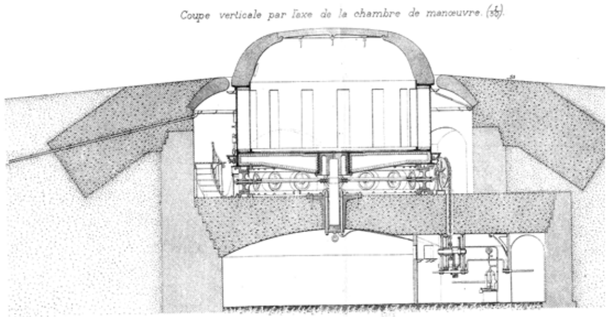


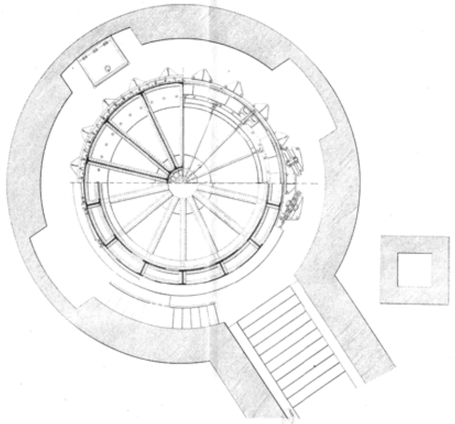
***Figura V.III.50** // Manovella di sollevamento e contrappeso, La Cluse-et-Mijoux - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.51** // Catena di trasmissione dalla manovella al contrappeso, Nizza - Da Fortifsere.fr*







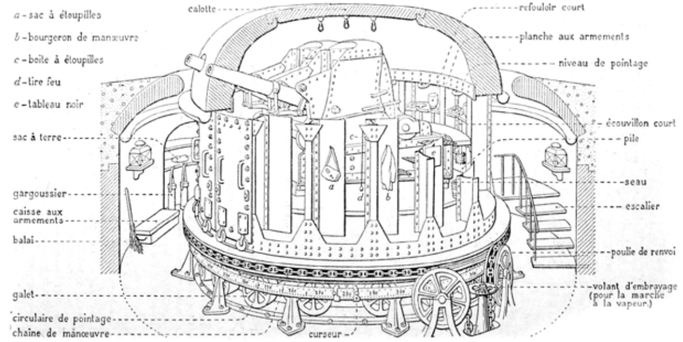


Figura V.III.52 *// Torretta Mougin per due cannoni da 155 mm - Da Simoutre, 1892*

Figura V.III.53 *// Schema della torretta Mougin - Da Ministère de la Guerre, 1892*



Figura V.III.54 *// Torretta Mougin, Nizza - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.55 *// Torretta Mougin danneggiata, Maubeuge - Da BayHStA, Staud.-Slg. 4001*

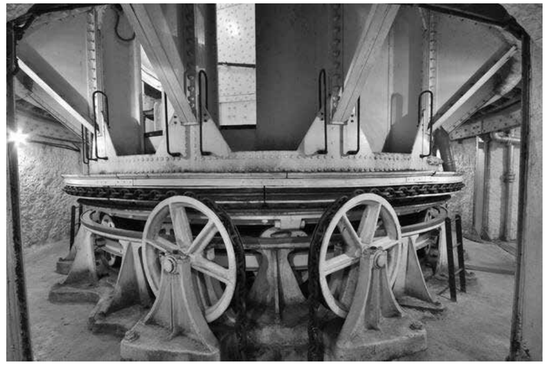


Figura V.III.56 *// Camera intermedia, Nizza - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.57 *// Camera di manovra, Nizza - Da Fortifsere.fr*

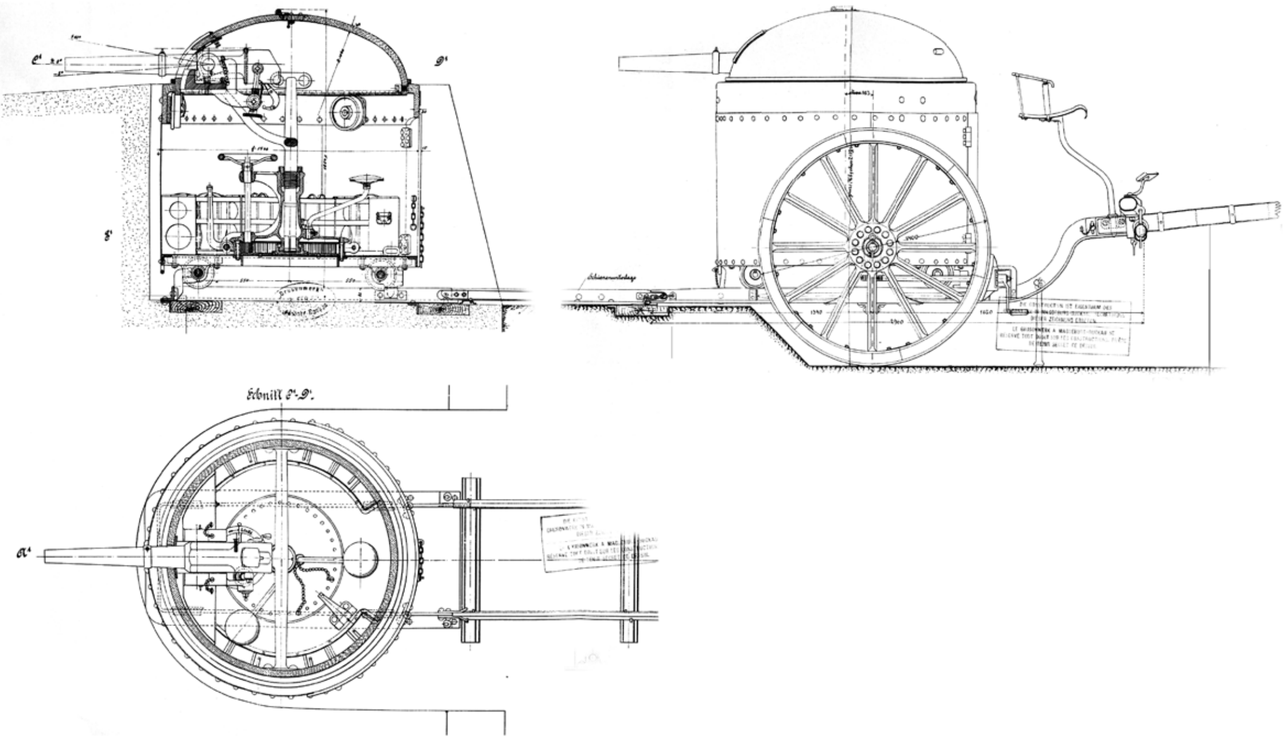


Figura V.III.58 *// Affusto mobile per cannone da 5,7 cm - Da BayHStA, MKr 4585*



Figura V.III.59 *// Affusto mobile sulla linea del Sereth - Da Albumul Armatei Române, 1902*



Figura V.III.60 *// Affusto mobile al traino - Da Ba.e-pics.ethz.ch*



Figura V.III.61 *// Ufficiali bulgari su un affusto in postazione in calcestruzzo- Da Lostbulgaria.com*



Figura V.III.62 *// Affusti mobili in posizione, Bumbești - da BayHStA, Staud.-Slg. 9420*

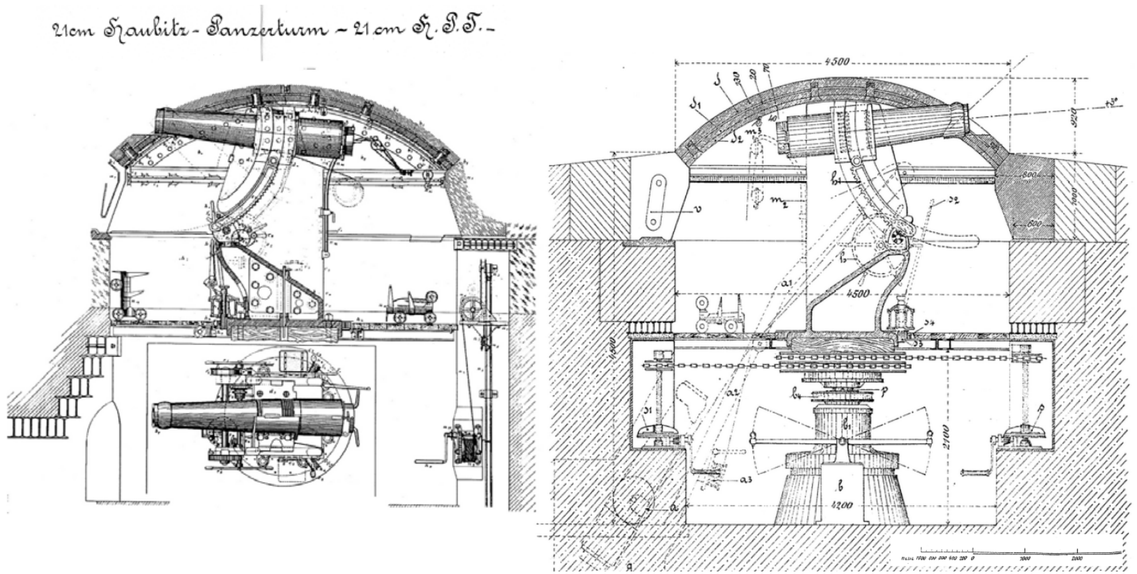


Figura V.III.63 *// Torretta per obice da 21 cm - Da BayHStA, cortesia di Joseph Silesi*



Figura V.III.64 *// Torretta per obice da 21 cm, Thorn - Da Opevneni.eu*



Figura V.III.66 *// Sottostruttura della torretta per obice da 21 cm, Metz - Da Opevneni.eu*



Figura V.III.65 *// Torretta per obice da 21 cm, Metz - Foto dell'autore*

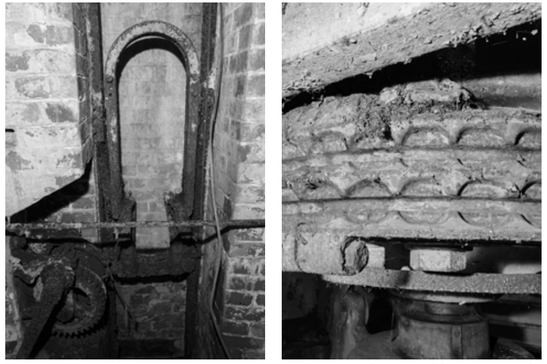


Figura V.III.67 *// Montacarichi per munizioni e alloggio per la catena del meccanismo di rotazione, Metz - Foto dell'autore*

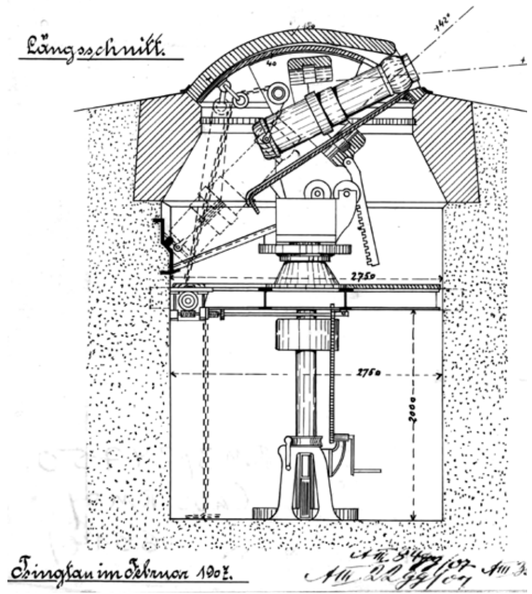


Figura V.III.68 // *Torretta per obice da 15 cm per la batteria corazzata della fortezza di Tsingtao - Da BaMa, RM 3/24750*

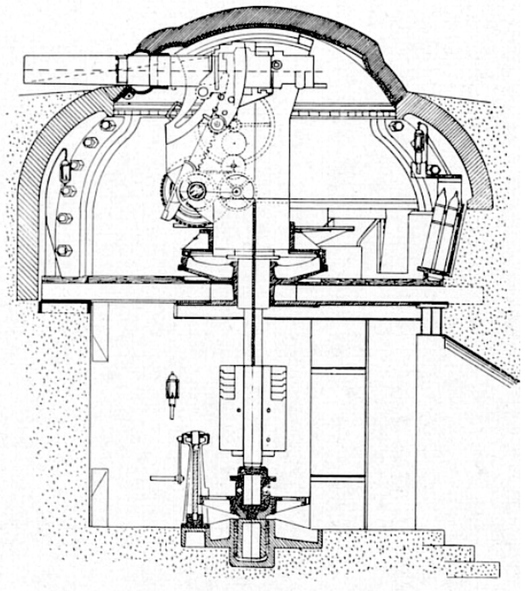


Figura V.III.69 // *Torretta per cannone da 10 cm - Muther, 1937*



Figura V.III.70 // *Torretta per obice da 15 cm, batteria di Plappeville - Da Opevneni.eu*



Figura V.III.71 // *Camera di manovra della torrettta per obice da 15 cm, Metz - Da Opevneni.eu*



Figura V.III.72 // *Torretta per cannone da 10 cm, Thionville - Da Opevneni.eu*

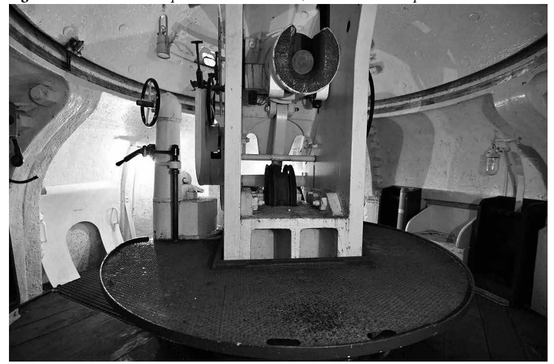


Figura V.III.73 // *Camera di combattimento della torretta per cannone da 10 cm, Thionville - Da Opevneni.eu*

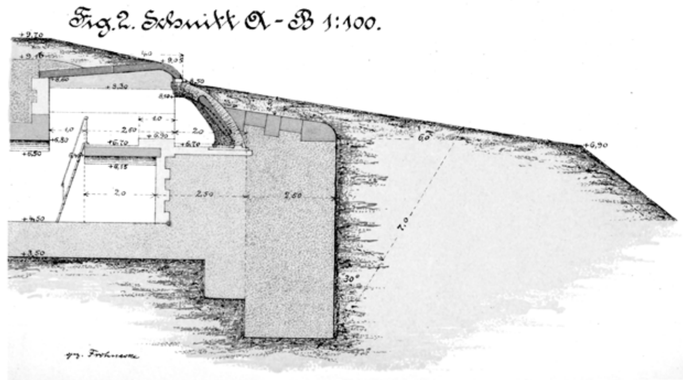


Figura V.III.74 *// Panzerbeobachtungsstand Modell 1887 - Da BaMa, PH 2/1771*

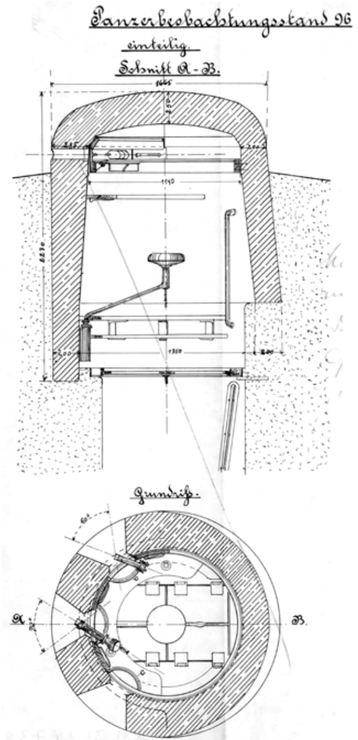


Figura V.III.75 *// Panzerbeobachtungsstand 96 - Da BaMa, RM 3/24738*



Figura V.III.76 *// Panzerbeobachtungsstand 87, Strasburgo - Da Festungsbauten.de*



Figura V.III.77 *// Panzerbeobachtungsstand 87 fortemente danneggiata, Metz - Foto dell'autore*

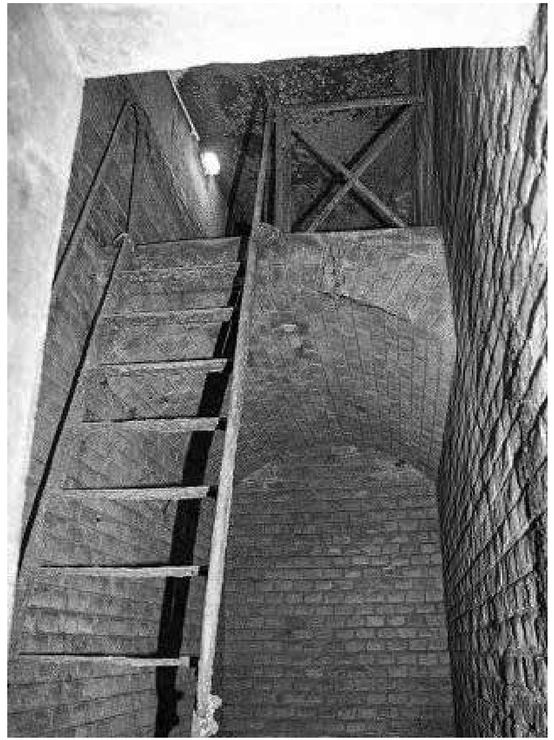


Figura V.III.78 *// Scala di accesso all'osservatorio, Strasburgo - Da Festungsbauten.de*

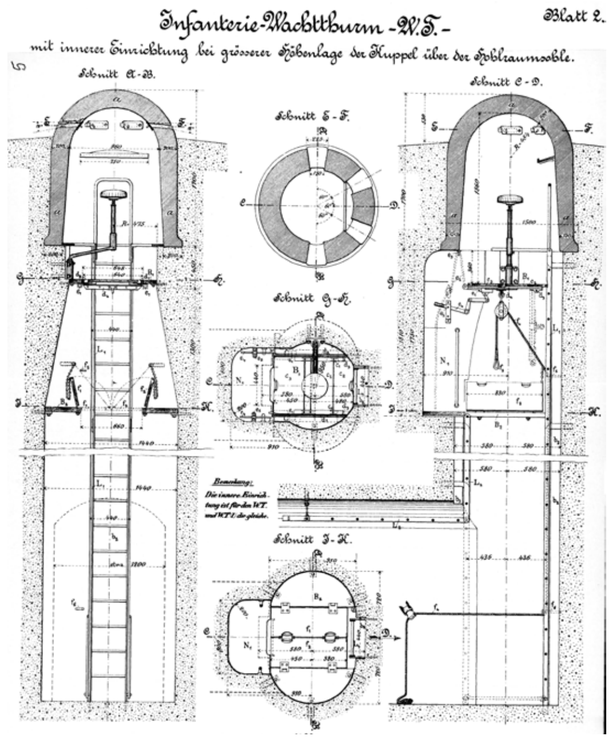


Figura V.III.79 *// Infanterie-Wachtturm - Da BaMa, PH 2/1631*

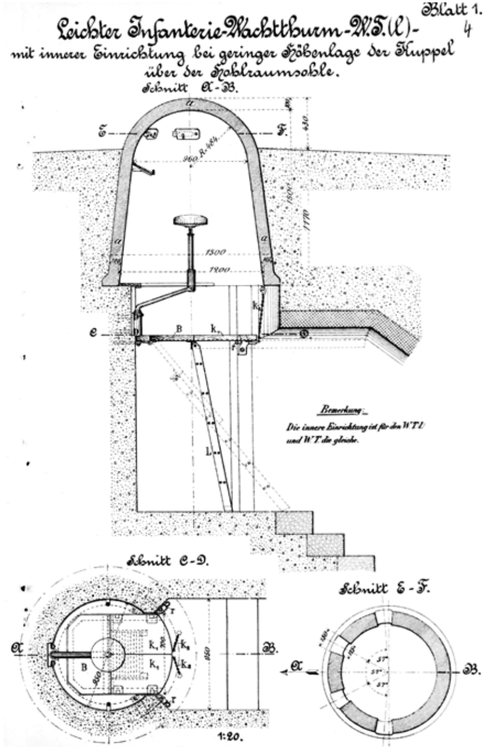


Figura V.III.80 *// Infanterie-Wachtturm leggera - Da BaMa, PH 2/1631*



Figura V.III.81 *// Panzerbeobachtungsstand 96, Thionville - Da Festungsbauten.de*



Figura V.III.83 *// Infanterie-Wachtturm, Metz - Da Festungsbauten.de*

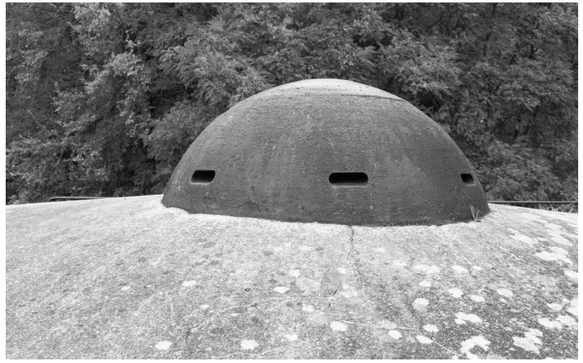


Figura V.III.82 *// Infanterie-Wachtturm leggera, Thionville - Da Opevneni.eu*



Figura V.III.84 *// Seduta su binario dell'osservatorio, Metz - Da Festungsbauten.de*

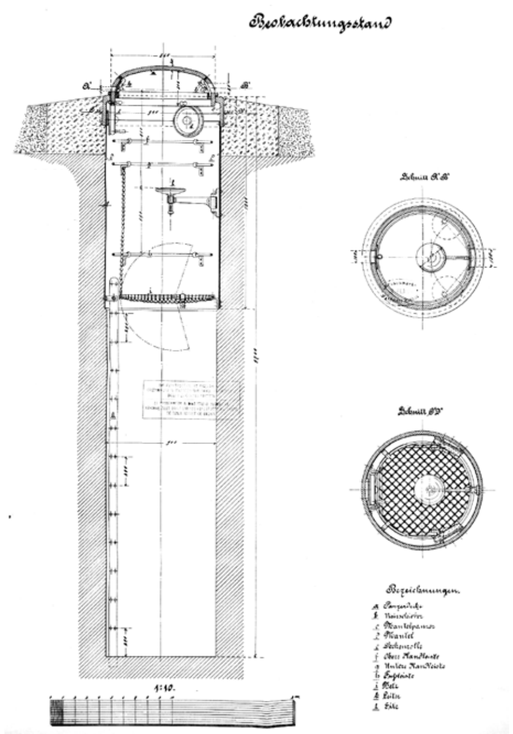


Figura V.III.85 *// Wachtturm 90 Splittersicher - da BayHStA, MKr 4585*

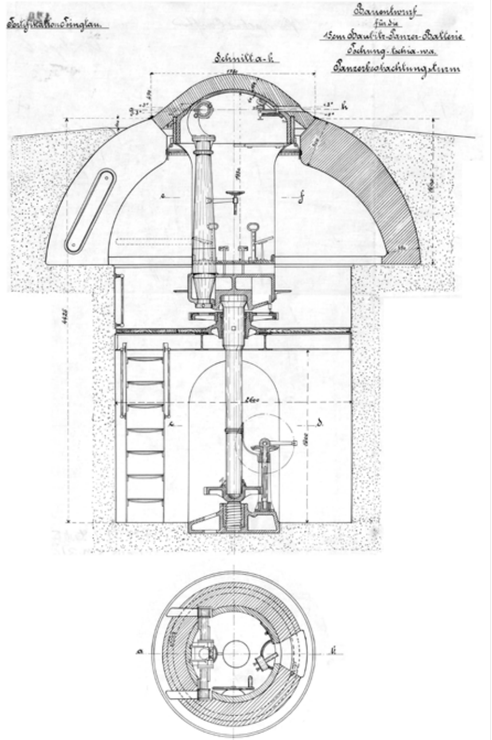


Figura V.III.86 *// Panzerbeobachtungsturm 96 - Da BaMa, RM 3/24751*



Figura V.III.87 *// Wachtturm 90 Splittersicher, Neuf-Brisach - Da Fortificationsneufbrisach.com*



Figura V.III.88 *// Interno di un osservatorio senza cupola, Strasburgo - Da Festungsbauten.de*



Figura V.III.89 *// Panzerbeobachtungsturm 96, Metz - Foto dell'autore*



Figura V.III.90 *// Interno della cupola, Metz - Da Festungsbauten.de*

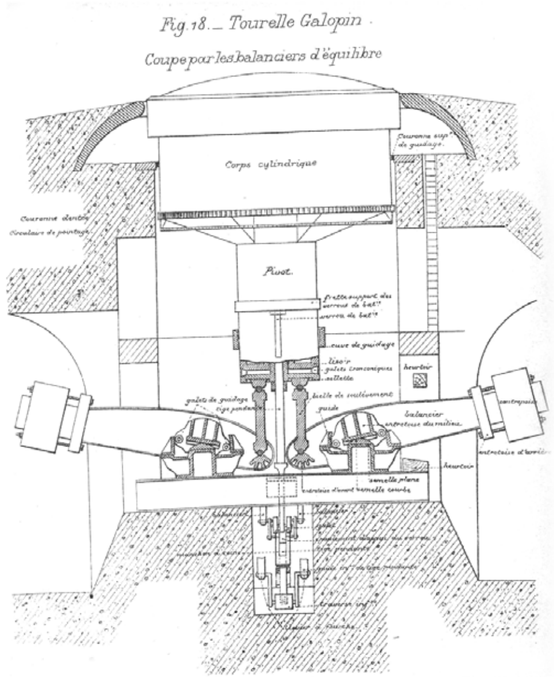


Figura V.III.91 // *Torretta Galopin modello 1890 , sezione passante per i bilanceri - Da Tricaud, 1909*

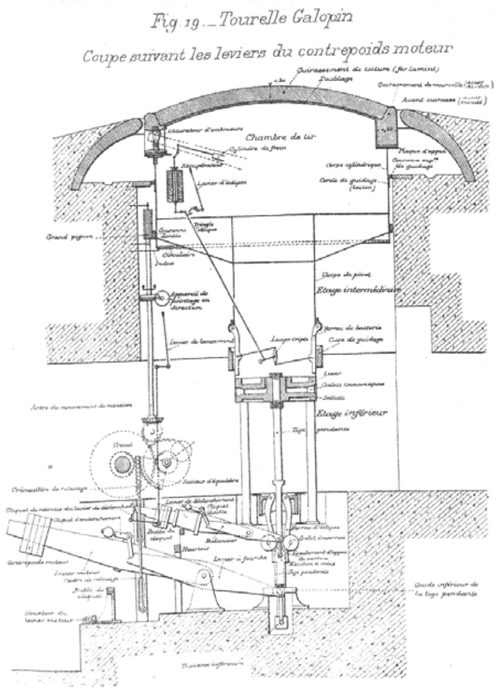


Figura V.III.92 // *Torretta Galopin modello 1890, sezione passante per il contrappeso motore - Da Tricaud, 1909*

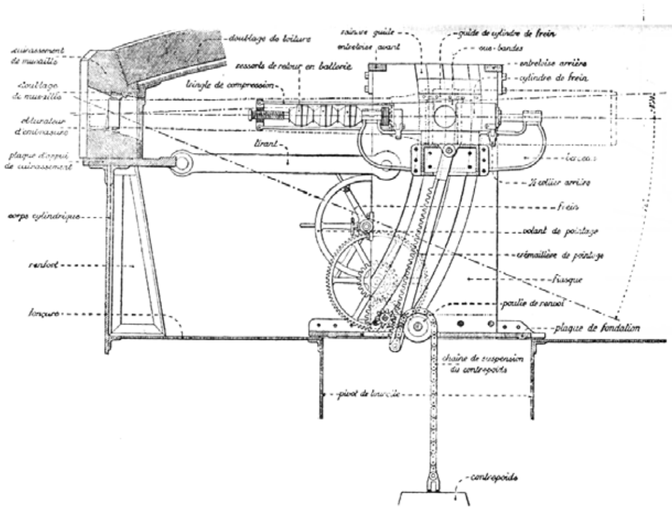


Figura V.III.93 // *Torretta Galopin , affusto del cannone e dettaglio della cannoniera - Da Ministère de la Guerre, 1901*

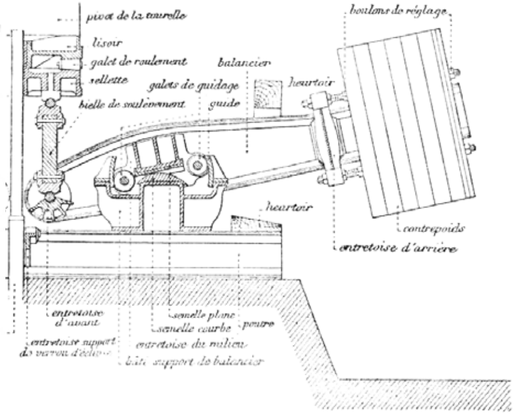


Figura V.III.94 // *Torretta Galopin , dettaglio del bilancere - Da Ministère de la Guerre, 1901*



***Figura V.III.95** // Torretta Galopin modello 1890 in batteria, Nancy - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.96** // Torretta Galopin modello 1890 abbassata, Nancy - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.97** // Camera di manovra, Nancy - Da Fortifsere.fr*





***Figura V.III.98** // Montacarichi infereriore e intermedio, Nancy - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.99** // Torretta Galopin modello 1907 in batteria, Épinal - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.100** // Torretta Galopin modello 1907 abbassata, Épinal - Da Fortifsere.fr*



***Figura V.III.101** // Camera di manovra, Épinal - Da Fortifsere.fr*

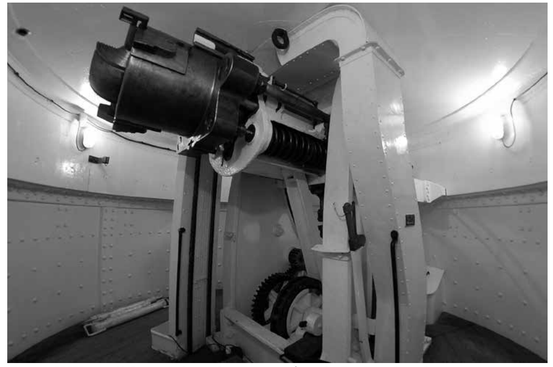


***Figura V.III.102** // Camera di combattimento, Épinal - Da Fortifsere.fr*

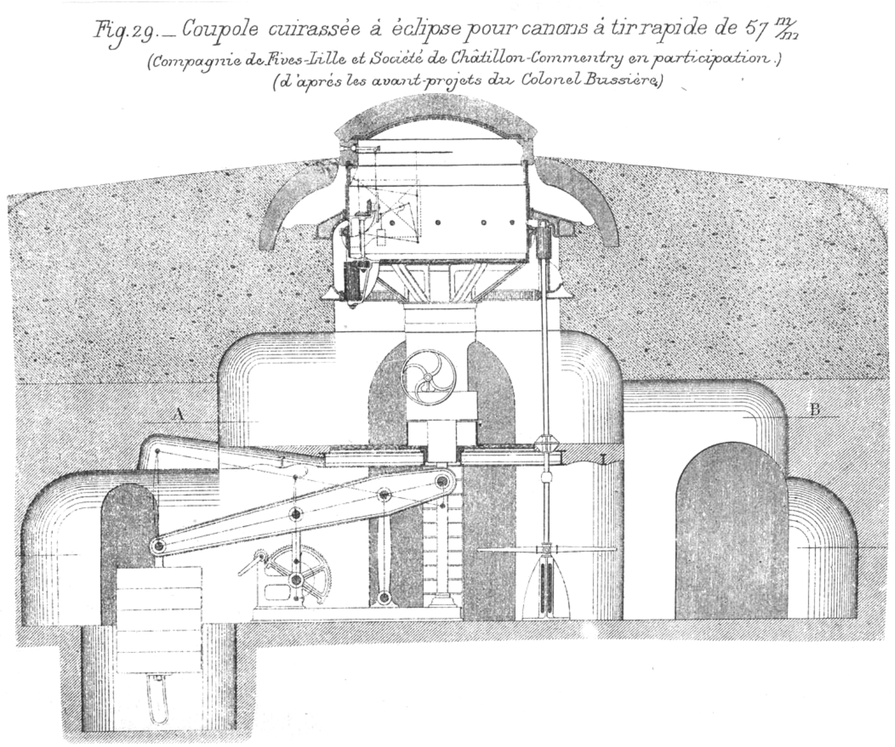


Figura V.III.103 *// Torretta per due cannoni da 57 mm - Da Simoutre, 1892*



Figura V.III.104 *// Torretta per cannoni da 57 mm in batteria, Toul - Da Fortifsere.fr*

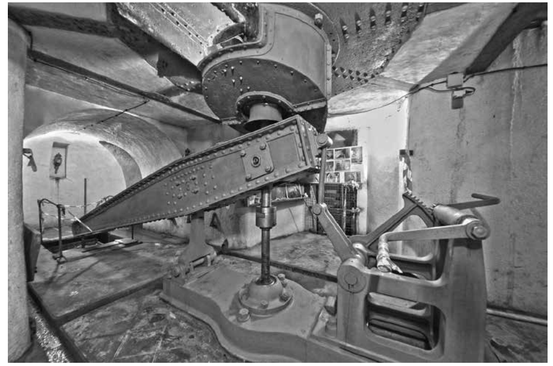


Figura V.III.106 *// Camera di manovra, Toul - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.105 *// Torretta per cannoni da 57 abbassata, Toul - Da Fortifsere.fr*





Figura V.III.107 *// Dispositivo di ventilazione e piano intermedio, Toul - Da Fortifsere.fr*

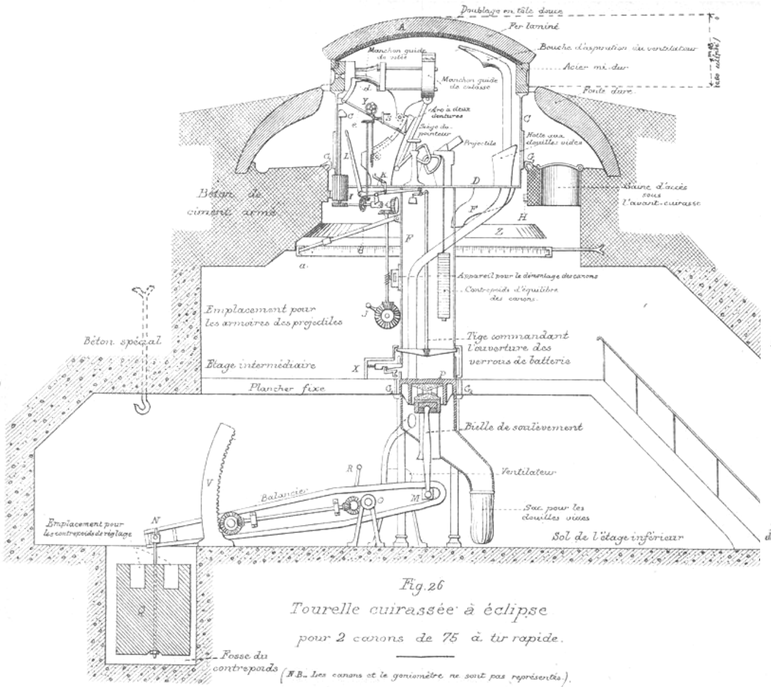


Figura V.III.108 // *Torretta per due cannoni da 75 mm - Da Tricaud, 1909*

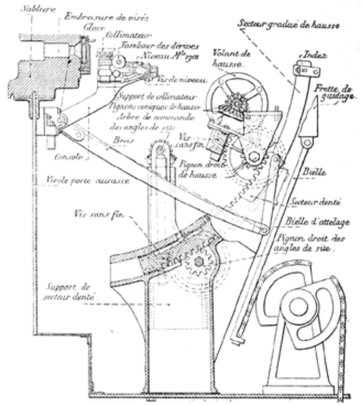


Figura V.III.109 // *Dettaglio del perno di rotazione - Da Ministère de la Guerre, 1911*

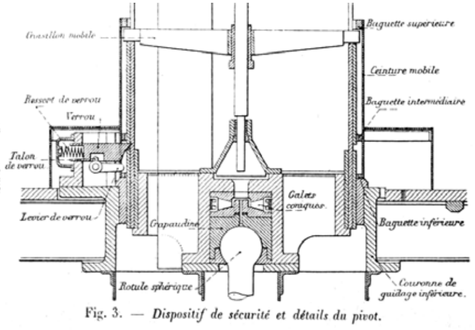


Fig. 3. — *Dispositif de sécurité et détails du pivot.*

Figura V.III.110 // *Torretta per cannoni da 75 mm in batteria, Épinal - Da Fortifsere.fr*



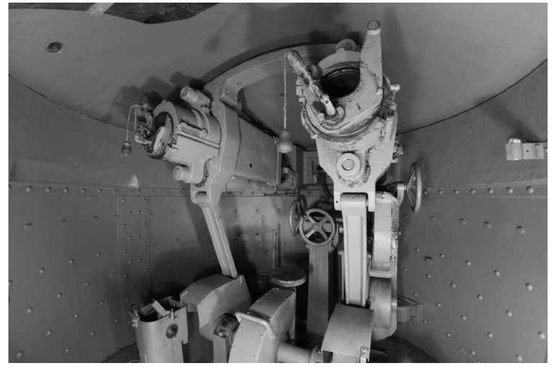
Figura V.III.112 // *Camera di manovra con dispositivo di ventilazione, Verdun - Da Fortifsere.fr*





Figura V.III.111 // *Panorama dipinto sull'avancorazza, Verdun - Da Fortifsere.fr*

Figura V.III.113 // *Camera di combattimento, Toul - Da Fortifsere.fr*



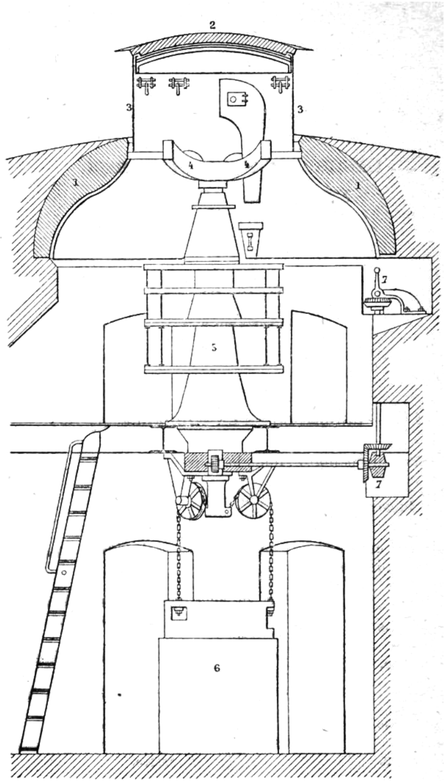


Figura V.III.114 *// Torretta per mitragliatrici Hotchkiss - Da Ministère de la Guerre, 1911*

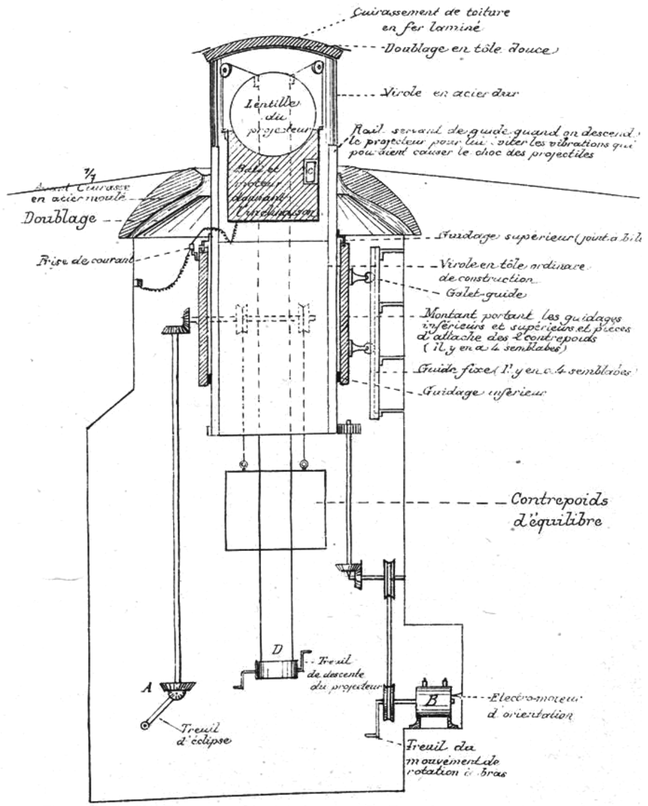


Figura V.III.115 *// Torretta per proiettore da 90 cm - Da Tricaud, 1909*



Figura V.III.116 *// Torretta per mitragliatrici Hotchkiss, Toul - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.118 *// Torretta per proiettore, Nancy - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.117 *// Panorama dipinto sull'avancorazza, Verdun - Da Fortifsere.fr*



Figura V.III.119 *// Supporto per il proiettore e manovella per il sollevamento, Nancy - Da Fortifsere.fr*

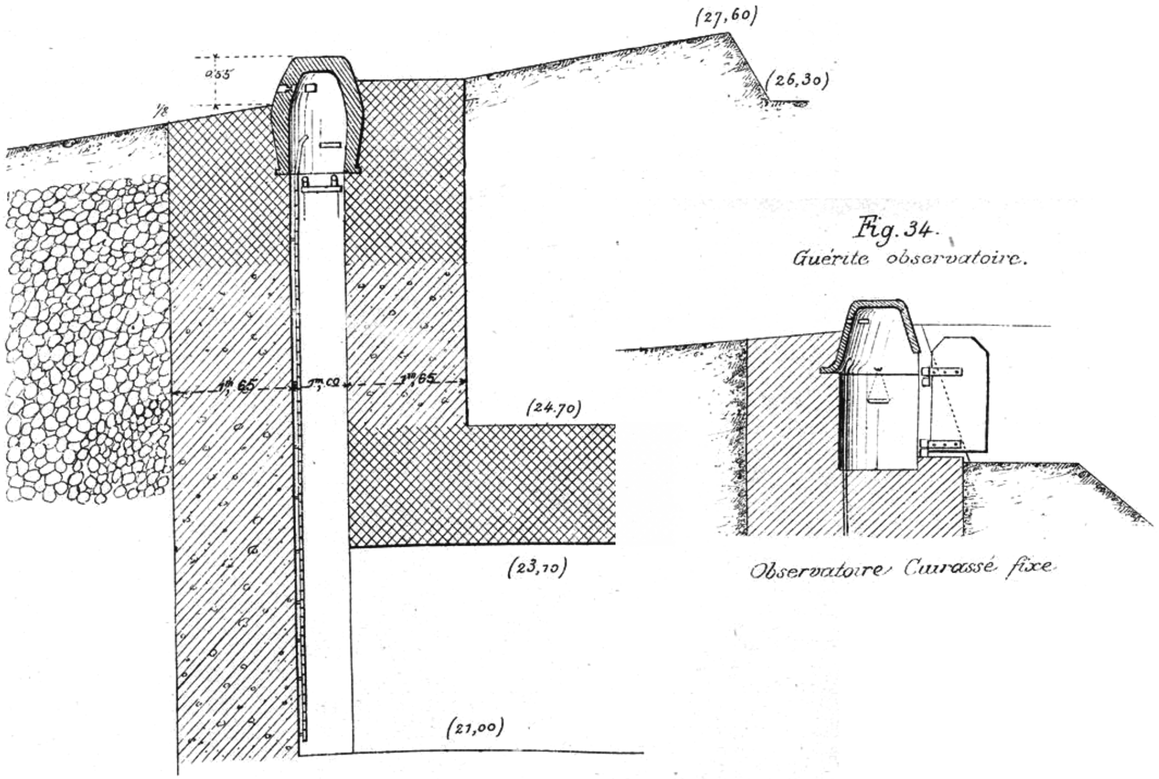


Figura V.III.120 // *Osservatorio corazzato - Da Tricaud, 1909*

Figura V.III.121 // *Garitta di osservazione - Da Tricaud, 1909*



Figura V.III.122 // *Osservatorio corazzato, Verdun - Da Fortifsere.fr*

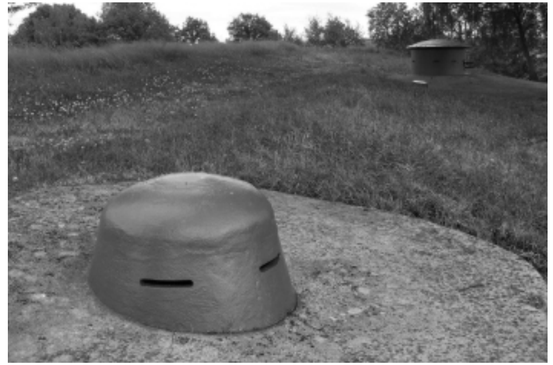


Figura V.III.124 // *Garitta corazzata, Épinal- Da Fortifsere.fr*





Figura V.III.123 // *Scala di accesso, Nancy; Osservatorio danneggiato, Thiaumont - Da Fortifsere.fr*





Figura V.III.125 // *Garitte in postazioni isolate, Nizza e Verdun - Da Fortifsere.fr*

Contemporaneamente allo sviluppo di soluzioni per adattare i vecchi forti alle nuove minacce, la crisi della granata torpedine aprì un fertile dibattito teorico sulla forma stessa che la fortificazione avrebbe dovuto assumere. Il generale bavarese von Sauer propose il superamento dei campi trincerati a forti distaccati con reti di torrette corazzate disperse, di dimensioni minime e collegate telefonicamente; Schumann elaborò inizialmente diverse configurazioni di forti specialmente concepiti intorno alle torrette corazzate, cui seguirono poi i progetti per dei fronti corazzati, che trovarono concreta applicazione solo nella linea del Sereth in Romania; Scheibert arrivò a immaginare una difesa fondata sul trasporto ferroviario e su affusti trasportabili; Mougin teorizzò il forte del futuro come un monolite in calcestruzzo, interrato e presidiato da un ridotto numero di tecnici che si occupassero di gestire torrette, macchine a vapore, ascensori. Un atteggiamento conservatore fu invece seguito da Brialmont che, pur adottando calcestruzzo e torrette cirazzatem mantenne un'idea tradizionale del forte, riorganizzato su pianta triangolare, applicata concretamente nei nuovi forti di Liegi e Namur; sulla stessa linea, ma con soluzioni più originali nella disposizione delle batterie corazzate, si mosse in Belgio anche Deguise. Fu, tuttavia, in Germania che le teorie sulla fortificazione dispera su un vasto territorio trovarono applicazione su larga scala, nel sistema dei raggruppamenti fortificati, o Feste, sperimentato a partire dal 1893 nel Feste Kaiser Wilhelm II, presso Molsheim, e successivamente adottato in modo sistematico tra Metz e Thionville. Il Feste abbandonò la concentrazione di tutti gli organi in un singolo corpo tipica del forte tradizionale in favore della dispersione su una vasta superficie di elementi standard - caserme, osservatori, batterie corazzate e trincee di fanteria - collegati da tunnel sotterranei e capaci di operare senza mai esporre gli uomini al tiro nemico. La fortificazione permanente approdò definitivamente alla logica di dispersione, radicalmente diversa da quella che aveva segnato il sistema bastionato e i suoi successori e che avrebbe invece caratterizzato la fortificazione per tutto il Novecento.

V.IV. Nuove teorie sulla fortificazione del futuro

Si sono trattate, finora, quelle modifiche che furono apportate a quanto era stato costruito nel secondo periodo della fortificazione contemporanea, o comunque seguendone i medesimi principi. Tuttavia, se in quegli anni si era assistito a una profonda convergenza verso tipologie pressoché identiche, la nuova crisi del 1885 aprì un mondo di speculazioni parallele sulla natura che dovesse assumere la fortificazione e sul fatto che fortificazione stessa avesse ancora o no una ragion d'essere. La situazione viene brillantemente spiegata dal colonnello Duponnier con la seguente analogia:

"*I nostri antenati si battevano coperti di ferro. Quando le armi da fuoco diventarono letali, non pensarono di rafforzare le loro armature, al contrario le abbandonarono quasi completamente; adottando una nuova maniera di combattere, si armarono dello strumento che li trafiggeva e imparono a manovrarlo e a perfezionarlo*"[258]. Una via intrapresa per rimanere al passo con i tempi fu, come si è già visto, l'impiego di corazze, eppure aleggiavano anche idee ben più radicali, di cui ci si soffermerà brevemente sui casi tedeschi, francesi e, di alcune nazioni terze.

Nei suoi scritti del 1885 il generale bavarese von Sauer propose di rigettare completamente i campi trincerati a forti distaccati, in favore di linee fondate su opere difensive piccole e disperse, che offrissero il minimo bersaglio possibile: se con l'aumento della portata le fortificazioni si erano allontanate dai nuclei da proteggere, con l'aumento della precisione dovevano ridursi in dimensione. Seppur terra e muratura potessero offrire, secondo von Sauer, una difesa adeguata, gli spessori necessari per raggiungere il requisito della protezione avrebbero finito per inficiare quello del defilamento. Da qui, l'esigenza di impiegare corazze metalliche e ipotizza che con il costo di una cintura di forti si potrebbero installare più di un centinaio di torrette, che disposti su due file avrebbero creato intervalli di appena 1000 metri. La torretta, in pratica, doveva diventare un avamposto indipendente, perchè fintanto che fosse appartenuta al forte ne avrebbe condiviso la vulnerabilità[259]. Nel 1886 le sue idee sono più mature: non rinuncia completamente a fortificazioni permanenti tradizionali, ma devono essere limitate a solo pochi punti nodali, mentre piazze improvvisate e mobili potevano essere erette all'occorrenza grazie al trasporto ferroviario. Era così possibile evitare di sottrarre numeri immensi di soldati dagli scontri campali per presidiare le piazzeforti. Le singole opere, disperse, dovevano essere mascherate dalla vegetazione, ciascuna doveva essere collegata telefonicamente al proprio capo gruppo e ognuno di questi agli altri e al nucleo[260].

Negli stessi anni anche Schumann propose un sistema proprio, formato da opere piccole e basse in cui obici, mortai e cannoni fossero tutti montati all'interno di torrette. L'obiettivo era lo stesso, ovvero ridurre le dimensioni delle fortificazioni mediante l'uso diffuso di corazzature metalliche. Schumann ipotizzò varie tipologie: un forte semicircolare (***fig. V.IV.1***) con una batteria per cannoni in torretta centrale, circondata sul fronte verso l'assediante da sei torrette per cannoni rotanti Hotchkiss e, sui fianchi, due batterie per obici o mortai in torretta; un forte circolare (***fig. V.IV.2***), con pianta simile al precedente, recante al centro una batteria di quattro cannoni in cupola, circondata da diciotto torrette a scomparsa per cannoni Hotchkiss e su ciascun lato una batteria di sei obici da 21 cm in torretta; un raggruppamento di batterie (***fig. V.IV.3***) di obici accoppiati a un ramparo per la fanteria e una sorta di batteria di fiancheggiamento formata da sei torrette per cannoni Hotchkiss; un grande forte isolato circolare (***fig. V.IV.4***), con sei batterie per due torrette con cannone da 15 cm, sei batterie di quattro mortai e ventiquattro torrette per cannoni rotanti. Una via coperta intorno al blocco centrale avrebbe dovuto ospitare anche dei cannoni mobili da 12 e 15 cm; infine, un raggruppamento di tre forti isolati (***fig. V.IV.5***) corrispondenti approssimativamente alla parte centrale della tipologia precedente. Un fossato largo e poco profondo avrebbe dovuto circondare queste opere, senza murature esposte, e difeso da filo spinato e tubi per gettarvi bombe a mano da una galleria coperta. Le cupole e gli osservatori potevano essere nascosti con l'uso di piantumazioni[261]. Negli anni successivi Schumann si avvicinò maggiormente verso le idee di von Sauer, abbandonando i grandi forti concentrati in favore di una fortificazione di natura più passeggera, di dimensioni contenute e sviluppate in linea[262]. Queste idee vennero approfondite nelle pagine finali della pubblicazione di von Schütz del 1889: una batteria-tipo di prima linea (***fig. V.IV.7***) poteva essere formata da una torretta a scomparsa per un cannone da 12 cm al centro, con due mortai nella posterla d'ingresso, circondata da un largo fossato riempito di filo spinato. Intorno al fossato si sviluppava una trincea semicircolare con una cresta per la fanteria e sei torrette a scomparsa per cannoni a tiro rapido da 5,3 cm, circondata da un ulteriore fossato. Ai fianchi e di fronte alla batteria correvano due trincee per sette affusti mobili per cannoni da 3,7 cm. Naturalmente la configurazione era solo indicativa e poteva essere adattata al terreno. Era anche proposta una batteria-tipo di seconda linea (***fig. V.IV.8***) per obici in torretta a forma di mezzaluna, circondata da un fossato largo 15 metri. Completavano la postazione due stazioni di osservazione e da affusti mobili per la difesa ravvicinata contro eventuali sfondamenti della prima linea. Questo sistema sarebbe dovuto essere particolarmente economico visto il minimo impiego di strutture in muratura e la compattezza degli affusti corazzati, che dovevano ospitare nella camera di combattimento anche i depositi di munizioni, ricavati in apposite nicchie lungo tutte le

258 L. Piarron de Mondesir, p. 84

259 K. von Sauer, *Taktische Untersuchungen über neue Formen der Befestigungkunst*, Verlag von Richard Wilhelmi, Berlino, 1885, p. 27-33

260 K. von Sauer, *Über Angriff und Vertheidigung fester Plätze*, Verlag von Richard Wilhelmi, Berlino, 1885, pp. 235-286

261 M. Schumann, *Les cuirassements rotatifs : "affûts cuirassés", et leur importance en vue d'une réforme radicale de la fortification permanente, traduction par E. B.*, G. v. Glasenapp, Potsdam, 1885, pp. 29-42

262 M. Schumann, *Les affûts cuirassés et leur développement ultérieur devant la critique et en présence des expériences de Bucharest; Traduction d'un article de l' "Internationale revue", 9e fascicule, Juin 1886, par le capitaine Bodenhorst de l'artillerie belge,* Libraire étrangère Spineux & Cie, Bruxelles, 1886, pp. 56-60

pareti in lamiera[263]. Questo tipo di campo trincerato trovò effettivamente un'applicazione nella linea del Sereth, in Romania, a guardia della frontiera verso la Russia.
Qui si ritrovano complessivamente 68 affusti corazzati per cannoni da 12 cm, 138 torrette a scomparsa per cannoni da 5,7 cm e 362 affusti mobili[264].

L'estremizzazione delle idee di Schumann e von Sauer si ritrova in Scheibert, che sostenne la dispersione delle difese, abbinata alla mobilità fornita dalle ferrovie. Il ruolo di protagonista sarebbe stato giocato dagli affusti mobili di Schumann, in combinazione ai treni per il rapido trasporto di rifornimenti. Le vie ferrate dovevano formare linee difensive su cui spostare personale e armamenti, ed eventualmente anche seguire un esercito di invasione per presidiare province occupate[265].

Non poteva non fornire il suo contributo teorico l'ormai noto Mougin. Il suo *fort de l'avenir*, descritto in una pubblicazione del 1887, consisteva in un *gigantesque bloc en béton de ciment* (***fig. V.IV.9***), lungo circa 50 metri e largo tra 30 e 40 metri, interrato e con una superficie superiore a calotta ellittica, il cui rilievo massimo sul terreno doveva essere al massimo di 3 metri. Lo spessore della copertura in calcestruzzo poteva arrivare a 6 metri. Il centro ospitava torrette per cannoni, mentre sul perimetro occorreva installare torrette a scomparsa per mitragliatrici. Osservatori corazzati e proiettori elettrici, collocati in posizioni opportune, avrebbero consentito di sorvegliare il terreno circostante di giorno e di notte. L'ingresso sarebbe dovuto avvenire mediante un ascensore, accessibile dopo l'elevazione di una calotta corazzata a scomparsa. La guarnigione sarebbe dovuta essere di appena 30 o 40 uomini, definiti più come meccanici e tecnici che soldati, per manovrare le torrette e le macchine destinate a fornire l'energia per il movimento delle armi, l'illuminazione e la ventilazione forzata. In effetti, non era previsto l'impiego di fanteria, essendo il forte sprovvisto di creste dedicate, nè di un fossato. Sembra, in un certo senso, che il processo di meccanizzazione, descritto da Sergio Pace in riferimento al lavoro impiegatizio nell'Ottocento[266], potesse diventare una realtà anche in un contesto completamente diverso, con il passaggio dalla massa di coscritti di guarnigione a uno sparuto gruppo di tecnici, chiusi nelle viscere di un monolite in calcestruzzo e alle prese con macchinari straordinariamente complessi, a cui affidare la difesa delle frontiere.
Questi piccoli forti dovevano solo costituire i punti di appoggio del campo trincerato, formato per il resto da un parapetto continuo in terra, alto circa 3 metri e dotato di un banchetto per la fanteria, dietro al quale sarebbe dovuta correre una doppia via ferrata su cui trasportare cannoni di medio e grosso calibro, montati su affusti ferroviari

263 J. von Schütz, 1889, pp. 27-39

264 M. Borgatti, pp. 614-615; Per più dettagli si rimanda al sito https://zapisnik.fortif.net/opevneny-prostor-focsani-namoloasa-galati-a-predmosti-cernavoda/, dove si trovano anche alcune immagini di uno dei rarissimi esemplari giunti fino a noi di una torretta a scomparsa Schumann per cannone da 5,3 cm.

265 L. Bertrand, «La fortification à l'étranger en 1888», in *Revue du génie militaire*, vol. VI, n° II, 1888, pp. 722-725

266 S. Pace, *L'impiegato, il banchiere e l'architetto. Difficoltà tipologiche delle banche ottocentesche*, in L. Mozzoni, S. Santini (a cura di), *Il mito del progresso e l'evoluzione tecnologica*, Liguori Editore, Napoli, 2003, p. 255

a piattaforma girevole e in grado, probabilmente di alzarsi e abbassarsi mediante un meccanismo a parallelogramma[267]. Questa soluzione avrebbe permesso di assemblare una batteria d'intervallo consistente in tempi brevissimi, similmente a quanto proposto anche da Scheibert [268].

Seppur figura di gran spicco rispettata in tutta Europa, le idee sostenute da Brialmont in questi anni furono tendenzialmente conservatrici. Il forte non era da reinventare, ma semplicemente da migliorare con ciò che la tecnologia poteva offrire: sostituire il calcestruzzo alla muratura, rimpiazzare l'artiglieria dei rampari con torrette, preferibilmente a scomparsa, approfittando in questo della posizione neutrale del Belgio per acquistare quanto di meglio prodotto sia in Francia che in Germania. Il ruolo del forte distaccato, tuttavia, rimaneva invariato: il fiancheggiamento e l'azione frontale contro l'artiglieria d'assedio[269]. Ciò che cambiò fu l'organizzazione del forte stesso, che dalla sua tipica pianta a lunetta ne adottò ora una triangolare (***fig. V.IV.10***), per permettere alle torrette, collocate in un massiccio in calcestruzzo simile a quello proposto da Mougin, di assolvere efficacemente a entrambe le funzioni. Vengono però anche contemplati forti trapezoidali, dalla traccia quasi bastionata[270]. Diversi forti triangolari vennero costruiti, secondo questi principi, a Liegi e Namur.

Sempre dal Belgio, dalla figura di Deguise, vennero formulate alcuni principi per un campo trincerato che colpiscono per la vicinanza con le future realizzazioni tedesche. Egli teorizzò la distribuzione nel campo trincerato di punti d'appoggio di primo (***fig. V.IV.11***) e di secondo ordine (***fig. V.IV.12***), di cui i primi destinati, oltre al fiancheggiamento degli intervalli mediante batterie in casamatta celate da orecchioni, anche all'azione a grande distanza. Il fossato venne mantenuto sopprimendo il muro di scarpa in favore di un dolce pendio che avrebbe consentito una difesa efficace dalla fanteria sui rampari. Il fossato doveva diventare inagibile mediante l'impiego massiccio di filo spinato fissati a supporti metallici - non a piantumazioni spinose come previsto da Schumann, anche se ne viene previsto l'impiego sul pendio di scarpa - ancorati a una base in ghisa, e una griglia alta 3 metri posizionata su un muro di controscarpa alto 1 metro e largo 6 avrebbe reso ulteriormente difficoltoso l'accesso stesso al fossato. Il fiancheggiamento poteva svilupparsi disponendo sul saliente un singolo cofano di controscarpa - senza che questo implicasse la presenza dell'omonimo muro - la cui copertura in calcestruzzo doveva essere priva di rivestimento di terra e munita di punte in metallo per renderla inaccessibile alla fanteria.

267 Il disegno di questo affusto viene riportato da Piarron de Mondesir nella tavola XII dell'atlante annesso all'opera citata. Sebbene non particolarmente in voga in ambito terrestre, le batterie a scomparsa di questo tipo, in cui il cannone non era montato all'interno di una torretta mobile, ma su un affusto composto da un braccio la cui rotazione, su asse orizzontale, di circa 90° portava naturalmente la canna del cannone ad abbassarsi, godettero di un certo successo nella difesa costiera. La tipologia viene descritta, naturalmente, dall'inglese Sydenham Clarke, ufficiale di una nazione la cui massima priorità era la flotta e la seconda la difesa dalle flotte avversarie. (G. Sydenham Clarke, 1907, pp. 193-194)

268 Q. Hughes, pp. 207-208; L. Piarron de Mondesir, pp. 91-97; M. Borgatti, pp. 616-618

269 A. Brialmont, 1888, pp. 288-289

270 *Ivi*, pp. 327-328; M. Borgatti, pp. 621-628; L. Bertrand, 1888, pp. 725-741

Per l'azione frontale erano previsti quattro cannoni da 120 o 150 mm divisi in due cupole e quattro obici da 150 o 210 mm divisi in quattro cupole. L'aspetto più interessante è la disposizione di tutte le torrette in un massiccio lineare in calcestruzzo normale alla linea della capitale, in cui si trovano sia le caserme che i locali di servizio alla batteria e che ricorda fortemente l'organizzazione delle batterie corazzate tedesche future. Tale disposizione mirava a evitare che più torrette potessero essere messe fuori servizio puntando in una sola direzione - assumendo che fosse impossibile, per l'avversario, posizionarsi esattamente sul fianco dell'opera - ma se questa disposizione non fosse stata possibile, era comunque raccomandato di non disporre due torrette destinate al combattimento a lunga distanza sulla stessa linea di tiro[271].

Questa lista, tutt'altro che esaustiva e per la quale si rimanda, per una raccolta più completa, al volume di Borgatti, serve a testimoniare il fervore creativo che accompagnò gli ambienti del Genio in tutta Europa e a illustrarne le principali scuole di pensiero. Quanto scritto su Deguise, in particolare, fornisce un utile punto di partenza per descrivere l'unico sistema fortificato veramente nuovo che venne applicato in questi anni: quello dei raggruppamenti fortificati, o *Festen*, tedeschi.

In una pubblicazione del 1888, dal titolo *Les forts et la mélinite,* un anonimo firmato *Un Pionnier* scrisse come ogni tentativo di semplice rinforzo delle fortificazioni contemporanee, di fronte alla crescita esponenziale del potere distruttivo dell'artiglieria, fosse *una soluzione imperfetta, inammissibile sul momento e inaccettabile nell'immediato futuro.* Ben presto il semplice inspessimento delle murature sarebbe infatti risultato troppo costoso, e la soluzione non poteva che essere la costruzione di *grandi forti a elementi dispersi* (***fig. V.IV.13***), dove una cinta formata da un parapetto discontinuo con batterie indipendenti fosse nettamente separata da tutti gli elementi passivi come ripari e magazzini, disseminati su un'ampia superficie e dove la protezione reale contro l'artiglieria non fosse che concentrata in ciascuna, piccola, installazione. Una ferrovia avrebbe dovuto collegare tutte le batterie per consentire il trasporto dei cannoni dove necessario, mentre collegamenti sotterranei avrebbero dovuto condurre dai ripari alle postazioni. Le dimensioni del forte, il cui fronte viene supposto di circa 1000 metri, comportò necessariamente la soppressione del fossato e di tutti gli organi di fiancheggiamento, affidandosi invece a mine e filo spinato[272]. Rispetto ad altre teorie pubblicati negli stessi anni, quella dell'anonimo pioniere sembrò aver centrato a pieno ciò che poco dopo sarebbe diventato il nuovo sistema tedesco.

A partire dal 1892, dopo la pubblicazione da parte del Corpo degli Ingegneri e dei Pionieri delle proposte per la configurazione delle nuove fortezze e la trasformazione di quelle vecchie in relazione all'introduzione delle corazzature, si accese un dibattito intorno a due posizioni distinte: la prima vedeva il forte come una base per la fanteria, in cui l'artiglieria fosse separata in apposite batterie corazzate; la seconda concepiva il forte stesso come batteria corazzata, mentre la fanteria era da collocare nel terreno circostante. In pratica, al primo sarebbero corrisposti degli appositi fortini per la fanteria, al secondo dei forti alla Brialmont.

Già nel 1893 iniziò la costruzione a Molsheim, a sud di Strasburgo, del Feste Kaiser Wilhelm II, banco di prova per la tecnologia da impiegare nelle opere degli anni a venire: calcestruzzo, lamiera ondulata, filo spinato, linee elettriche e telefoniche, ventilazione meccanica. La fortezza - più precisamente il raggruppamento fortificato - presentava batterie corazzate disseminate sulla collina e due forti triangolari - specificatamente richiesti dal Kaiser - armati in gola da una batteria di obici in torretta e - forse - di torrette a scomparsa per cannoni di piccolo calibro. In particolare, il Westfort fu il primo forte tedesco interamente in calcestruzzo[273].

Un ordine del 1897 fece prevalere formalmente la prima linea di pensiero, con particolare enfasi sulla disposizione dell'artiglieria in batterie corazzate, decretando così la fine della breve stagione dei forti triangolari tedeschi. La nuova tipologia prese il nome di *Feste*, un termine arcaico per indicare le fortezze, o *Gruppenbefestigung*, in cui si ritrovavano contemporaneamente opere di fanteria e di artiglieria disseminate su una vasta superficie per sfuggire a un possibile bombardamento concentrato (***fig. V.IV.14***). Oltre a queste linee guida generali, un *Feste* era estremamente flessibile nella sua organizzazione interna, mentre erano di fatto standardizzati i suoi moduli di base: la caserma, il punto di osservazione, la batteria corazzata e le trincee per il combattimento ravvicinato, tutti collegati da gallerie sotterranee e operabili dall'interno senza mai esporsi: perfino la sostituzione delle canne dei cannoni e il ricalibramento dei bossoli potevano essere effettuati in locali appositi all'interno delle batterie. Le opere di fanteria (***fig. V.IV.16***) erano più o meno la prosecuzione delle opere intermedie del periodo precedente, con una caserma in calcestruzzo su due o tre livelli, difesa in gola da una caponiera disposta alla base dell'impianto trapezoidale, circondato da un fossato chiuso sul lato esterno da un controscarpa su quello interno da una grata. Completava la difesa passiva un reticolato di filo spinato largo 12 metri intorno a tutto il trapezio. Il cuore pulsante del sistema erano però le batterie corazzate (***fig. V.IV.15***), interamente in calcestruzzo e nelle quali potevano trovare posto, in linea, da due a sei torrette per cannoni da 10 cm o obici da 15 cm, in affusti corazzati o con semplice scudatura L'organizzazione interna del singolo Feste variava a seconda del terreno, ma erano tipicamente collocati in posizioni dominanti come altipiani e colline. Dopo la sperimentazione a Molshein, il Feste trovò la sua principale applicazione a Metz e Thionville, a guardia del confine occidentale dell'impero tedesco, costituendo il *Moselstellung* - la posizione della Mosella[274].

271 V. Deguise, *Cours de fortification permanente. La fortification permanente appliquée à l'organisation des forteresses à grand développement*, Polleunis et Ceuterick Imprimeurs, Bruxelles, 1898, pp. 73-86, 102-108, 125-129

272 Un Pionnier, *Les forts et la mélinite*, Imprimerie, librairie et papeterie Henri Charles-Lavauzelle, Parigi, 1888, pp. 10-25

273 R. Rolf, 2000, p. 26; J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, *Fortress Europe: from stone to steel fortifications, 1850-1945*, Pen & Sword Books, Barnsley, 2022, pp. ; R. Bergtholdt, « Die Feste Kaiser Wilhelm II. Eine authentische Geschichtsstätte zum Anfassen », in *Badische Heimat*, vol. XCIV, n° III, Badische Heimat e. V., Friburgo, 2014, pp. 57-65

274 R. Rolf, 1991, pp. 83-89, Q. Hughes, pp. 225-230; I. Hogg, pp. 184-185

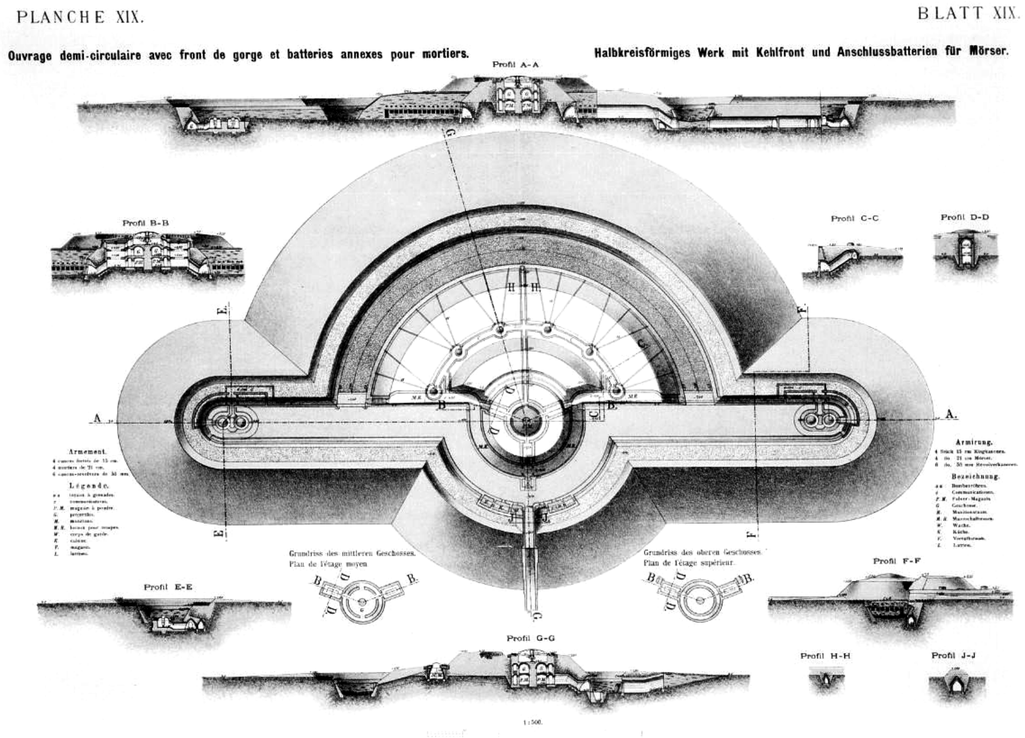


Figura V.IV.1 *// Forte semicircolare di Schumann - Da Schumann, 1885*

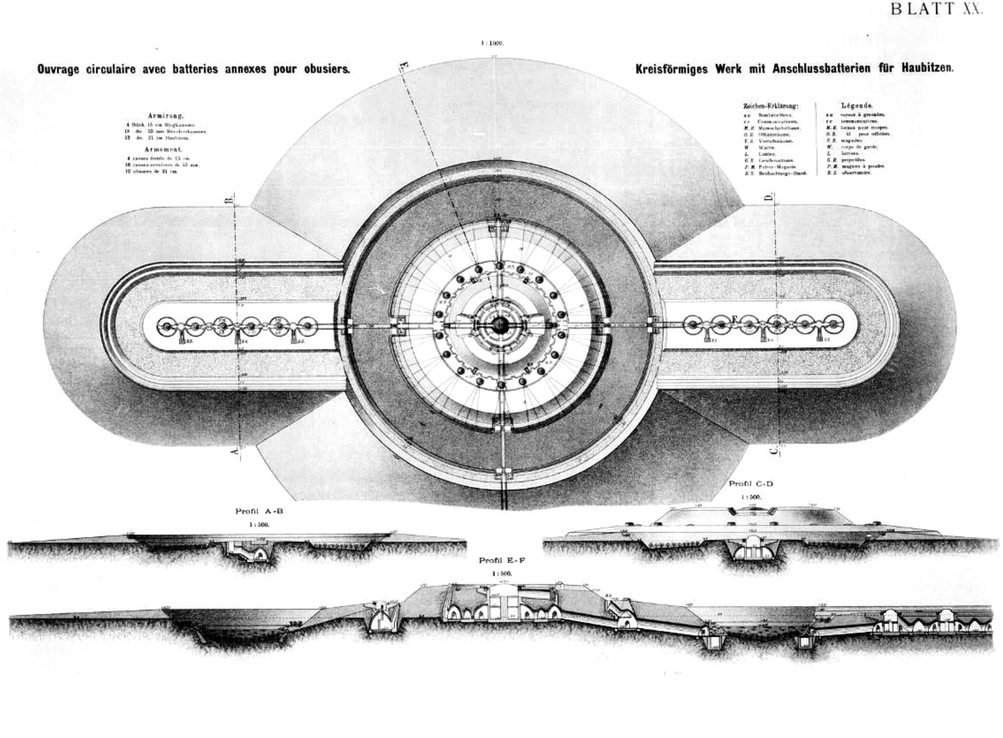


Figura V.IV.2 *// Forte circolare di Schumann - Da Schumann, 1885*

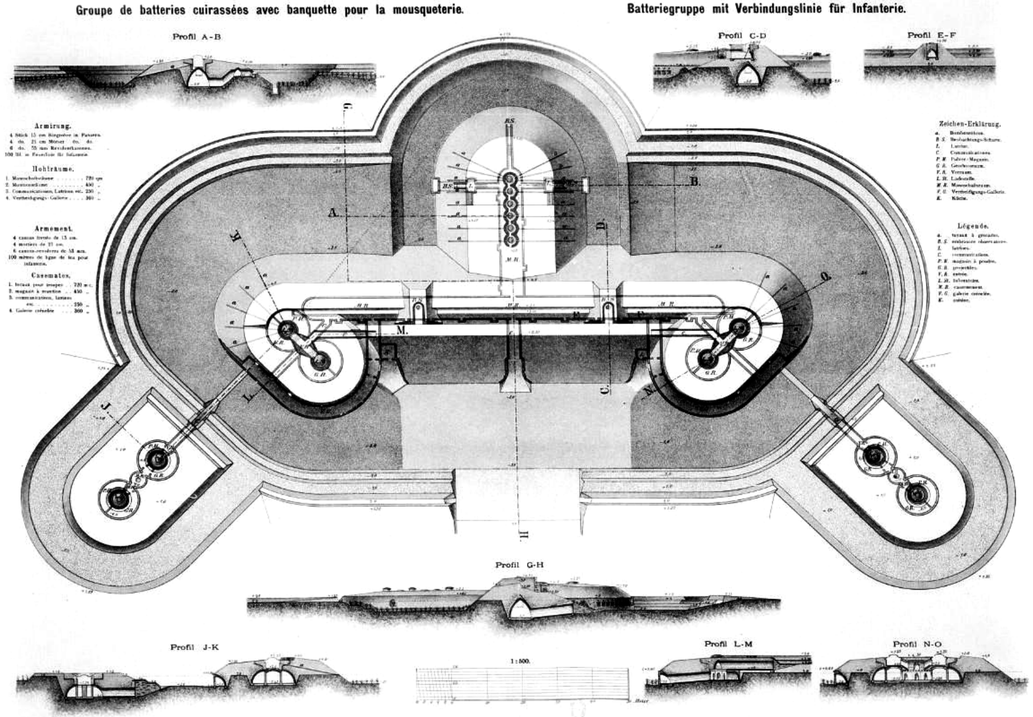


Figura V.IV.3 *// Gruppo di batterie di Schumann - Da Schumann, 1885*

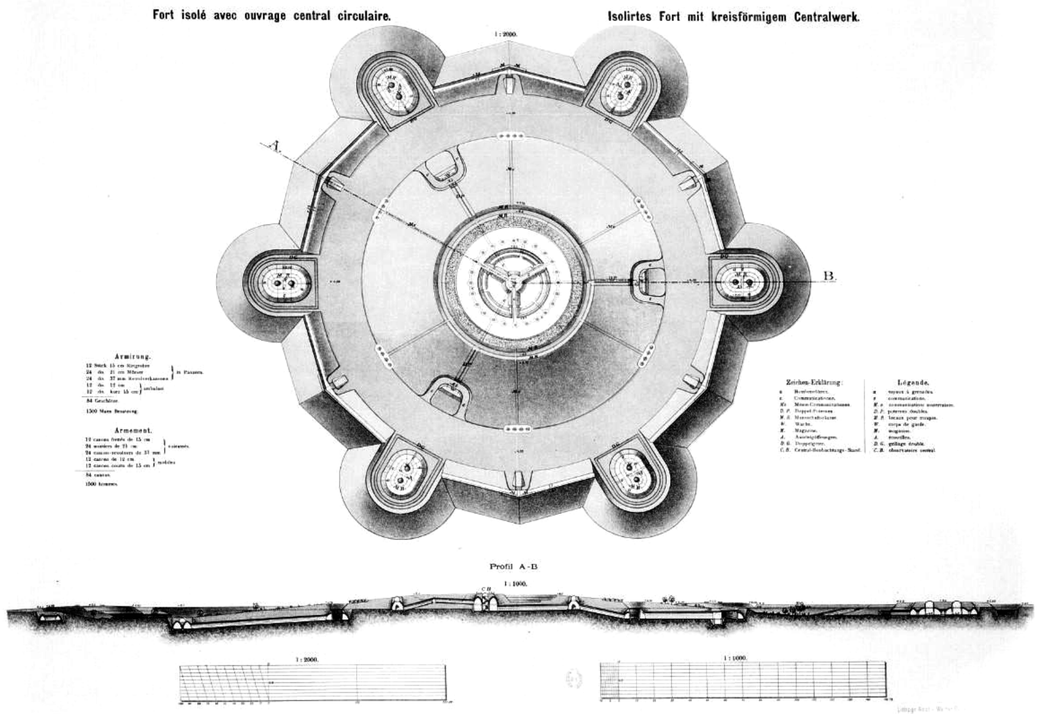


Figura V.IV.4 *// Forte isolato-d'arresto di Schumann - Da Schumann, 1885*

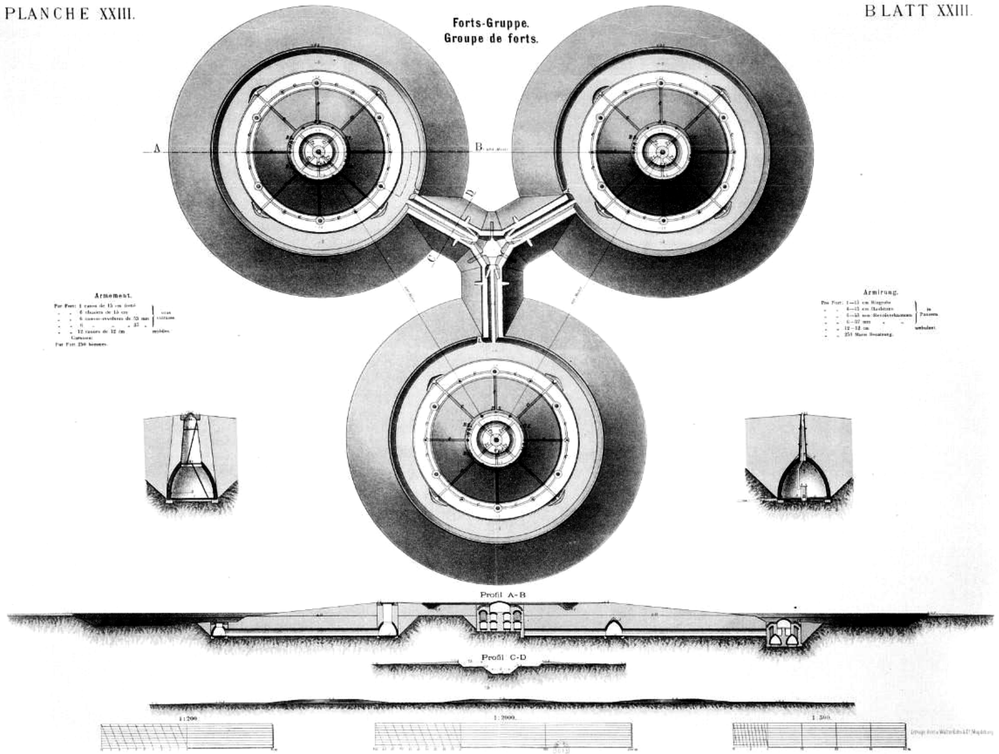


Figura V.IV.5 *// Gruppo di forti di Schumann - Da Schumann, 1885*

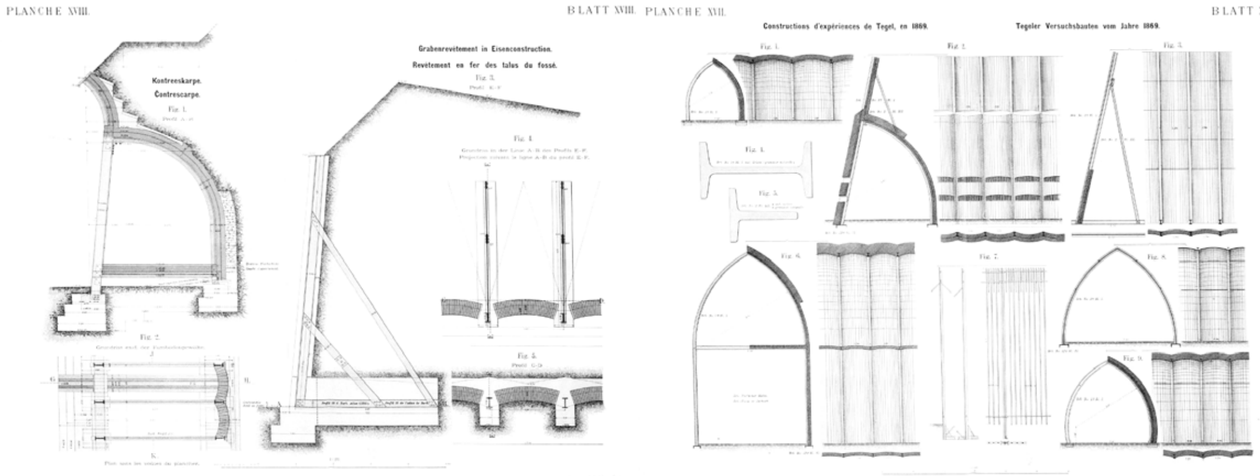


Figura V.IV.6 *// Dettagli costruttivi di gallerie e muri di scarpa e controscarpa in putrelle a doppia T e voltini laterizi - Da Schumann, 1885*

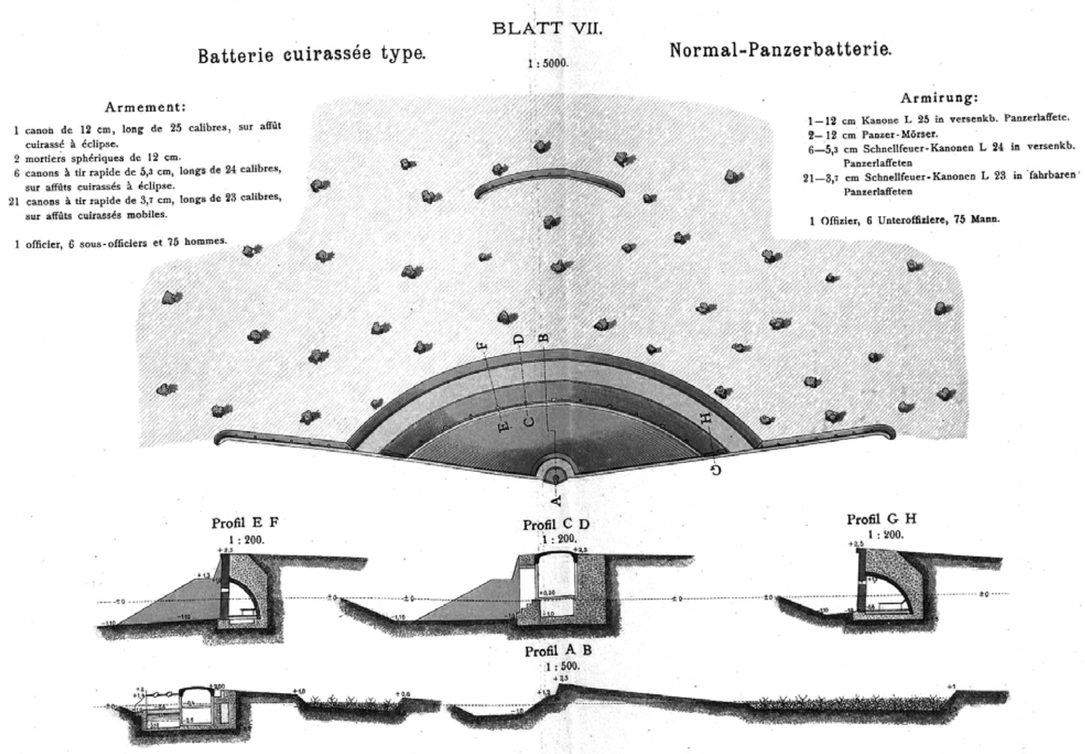


Figura V.IV.7 *// Batteria corazzata di prima linea del secondo sistema di Schumann - Da von Schütz, 1889*

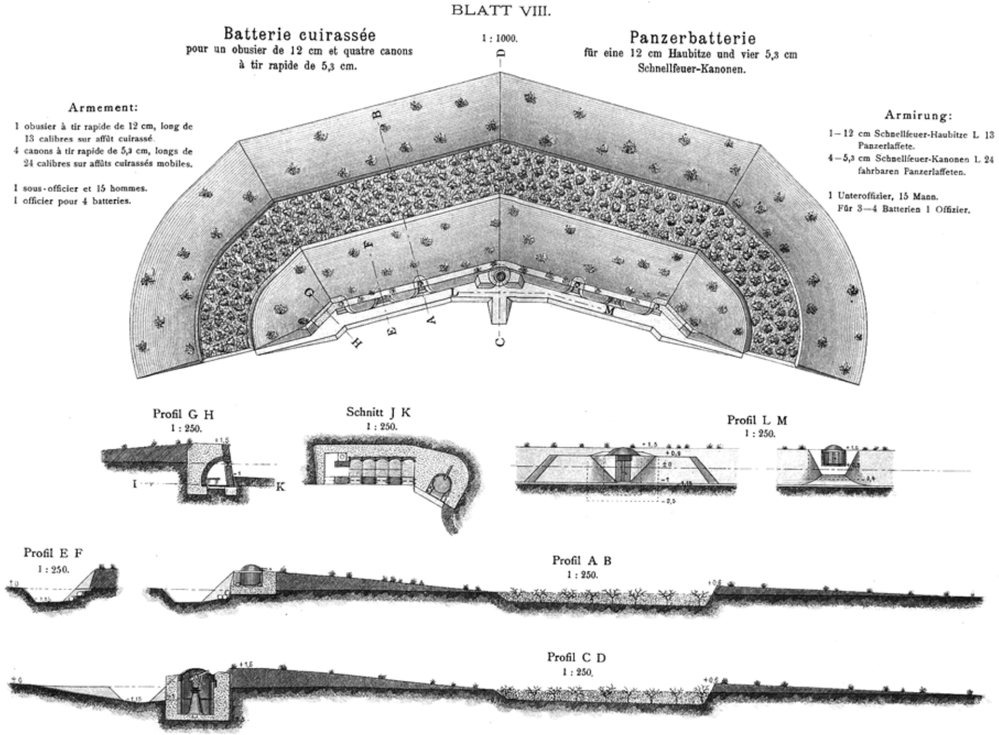


Figura V.IV.8 *// Batteria corazzata di seconda linea del secondo sistema di Schumann - Da von Schütz, 1889*

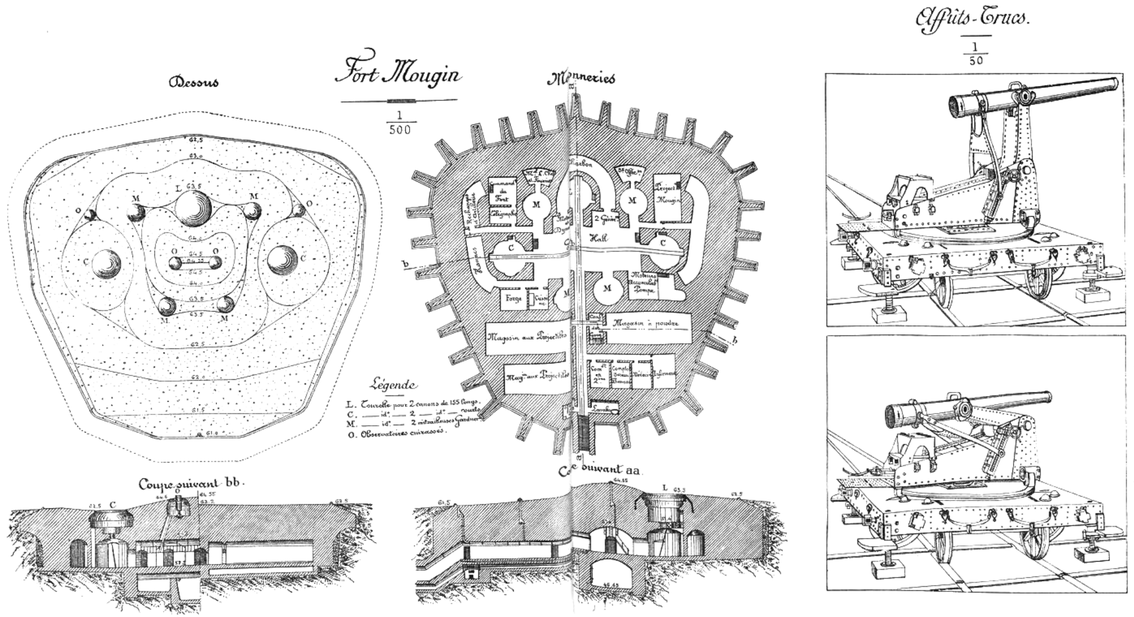


Figura V.IV.9 *// Fort de l'Avenir di Mougin - Da Piarron de Mondesir, 1906*

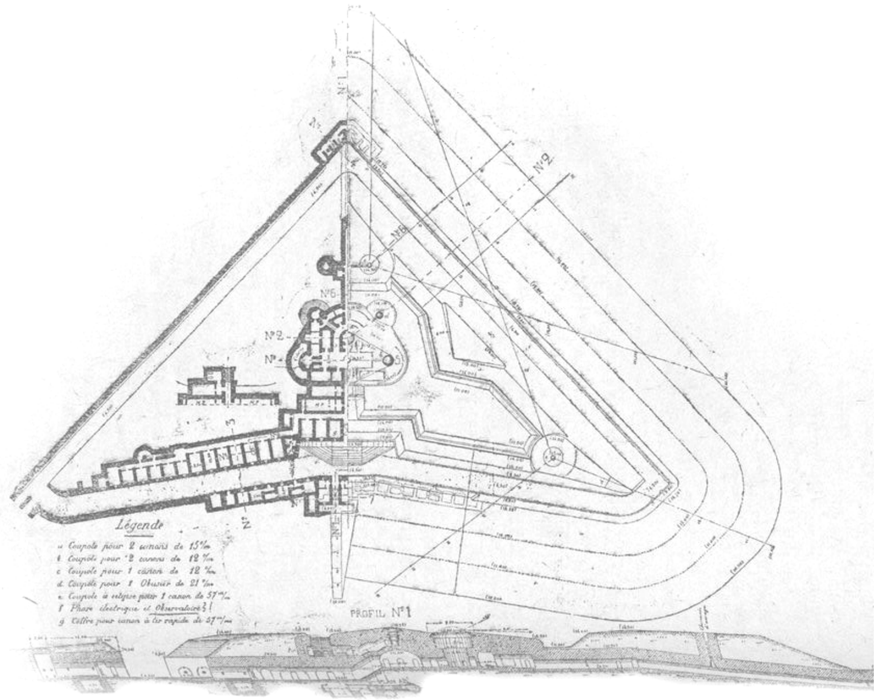


Figura V.IV.10 *// Forte triangolare alla Brialmont - Da Les Archives de la Grande Guerre, 1922*

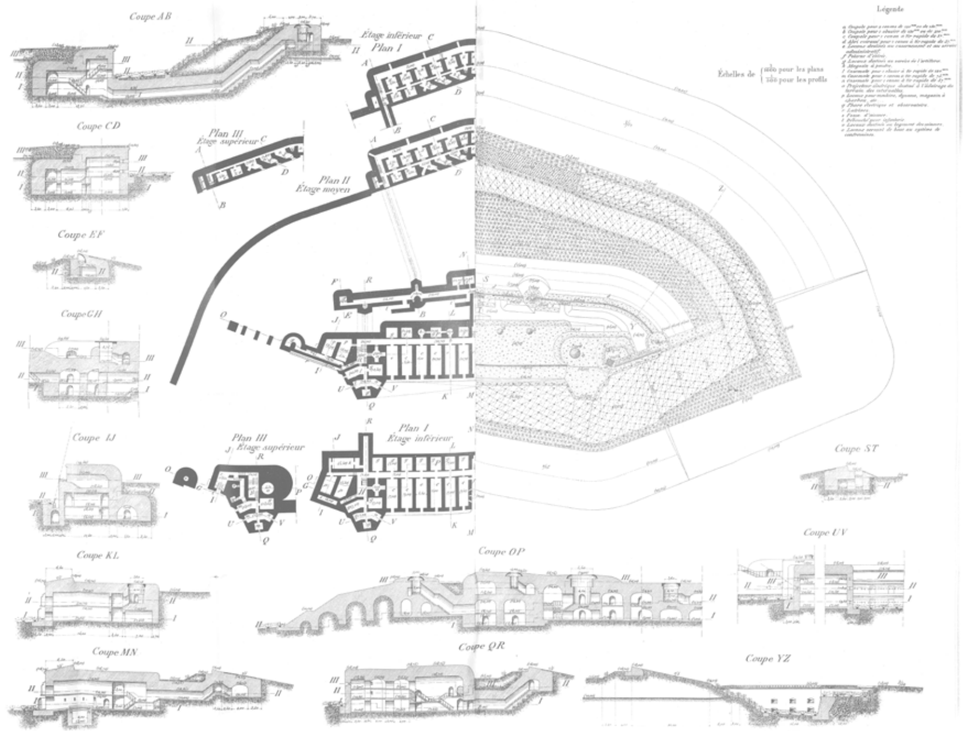


Figura V.IV.11 *// Progetto di forte di prim'ordine - Da Deguise, 1898*

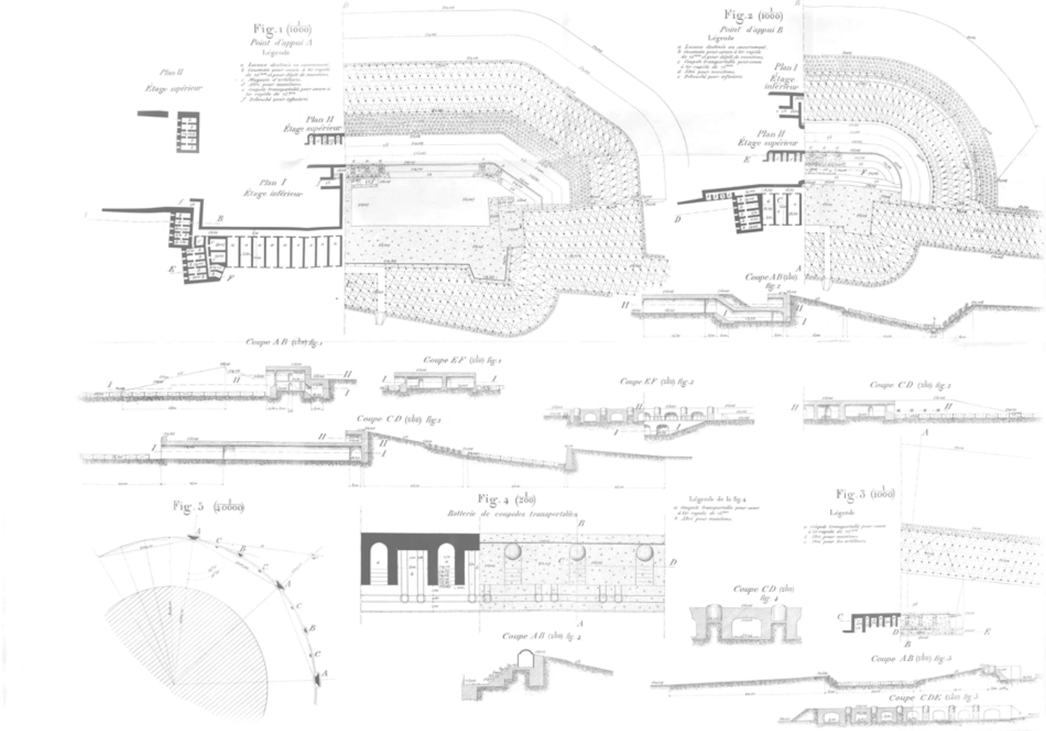


Figura V.IV.12 *// Progetto di forte di second'ordine o punto d'appoggio - Da Deguise, 1898*

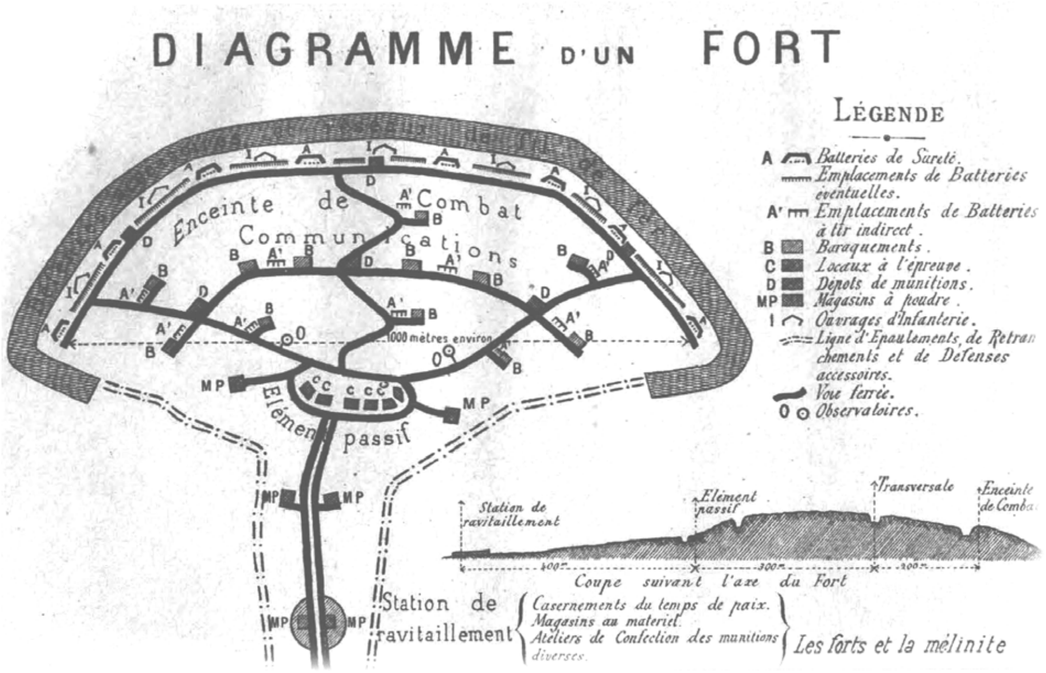


Figura V.IV.13 *// Schema di un forte a elementi dispersi - Da Un Pionnier, 1888*

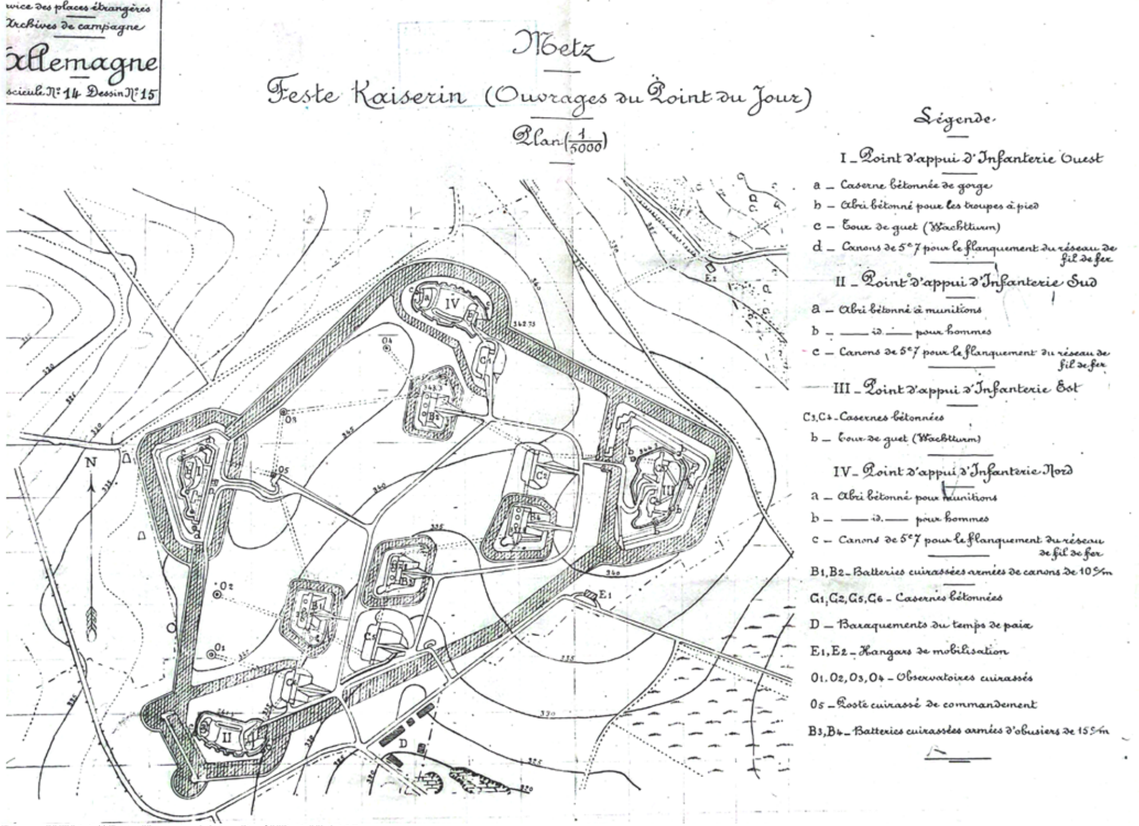


Figura V.IV.14 *// Feste Kaiserin, Metz - Da SHD, 1 VM 137*

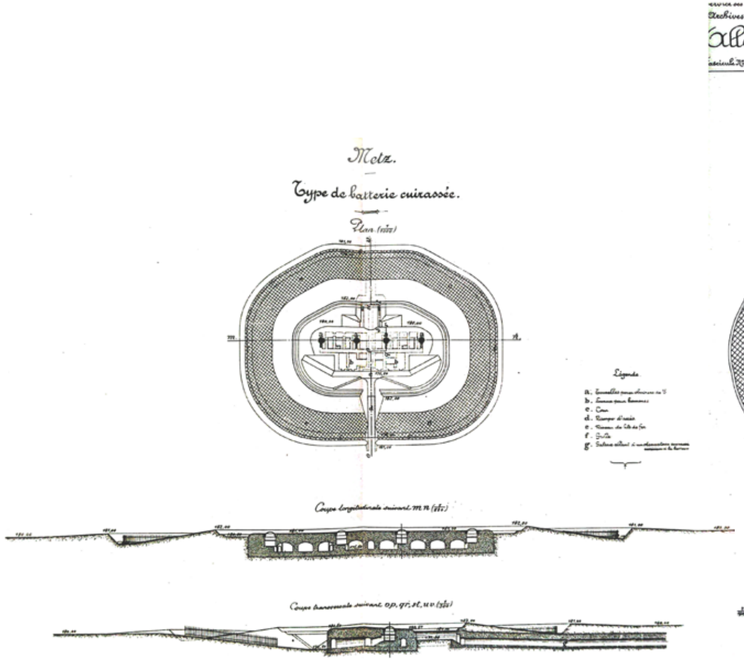


Figura V.IV.15 // *Batteria corazzata , Metz - Da SHD, 1 VM 137*

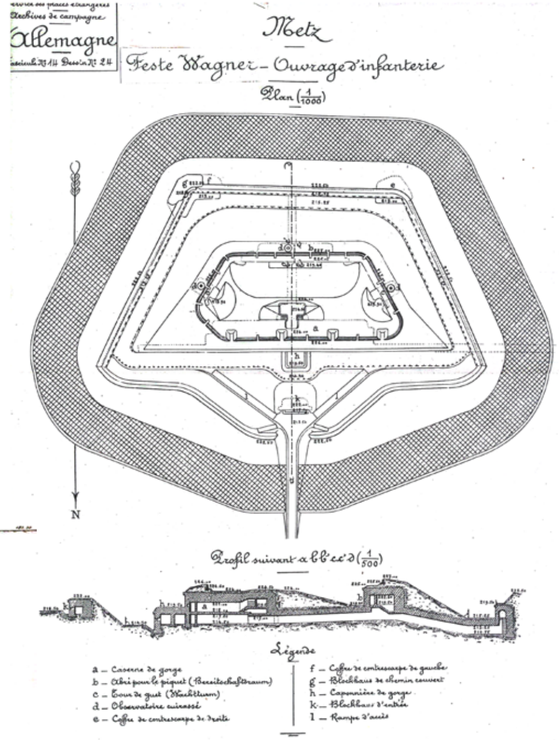


Figura V.IV.16 // *Forte di fanteria del Feste Wagner, Metz - Da SHD, 1 VM 137*

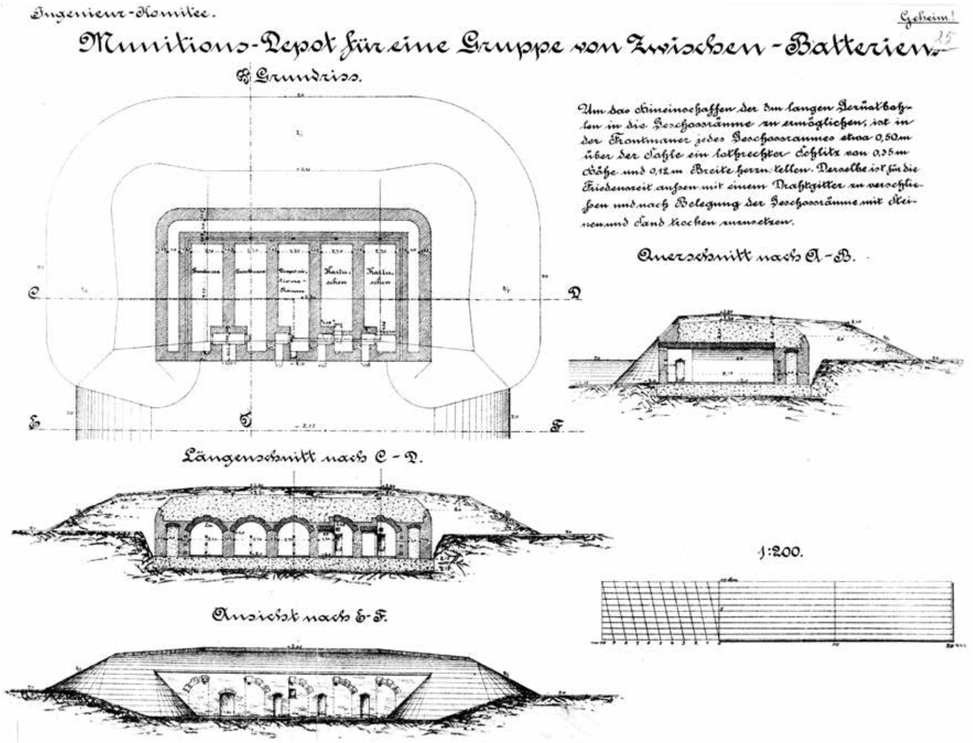


Figura V.IV.17 // *Deposito di munizioni per una batteria annessa - Da BaMa, PH 2/1338*

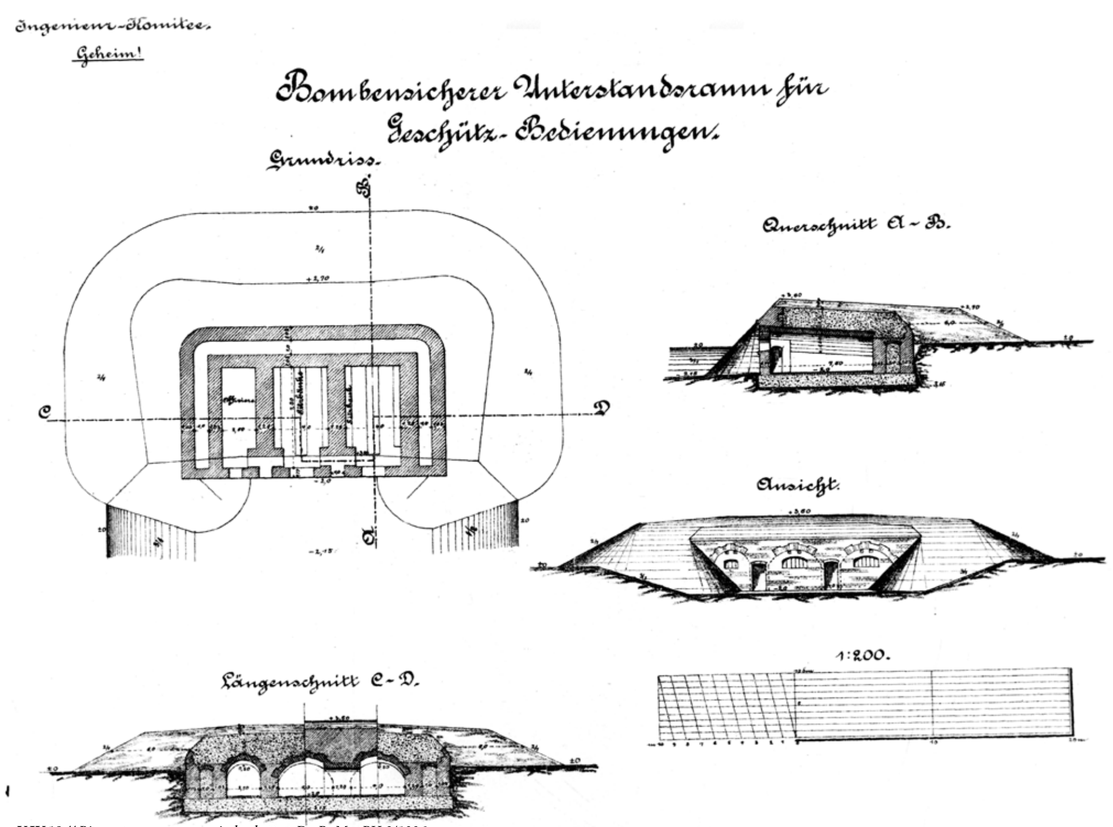


Figura V.IV.18 *// Riparo per un cannone in barbetta - Da BaMa, PH 2/1336*

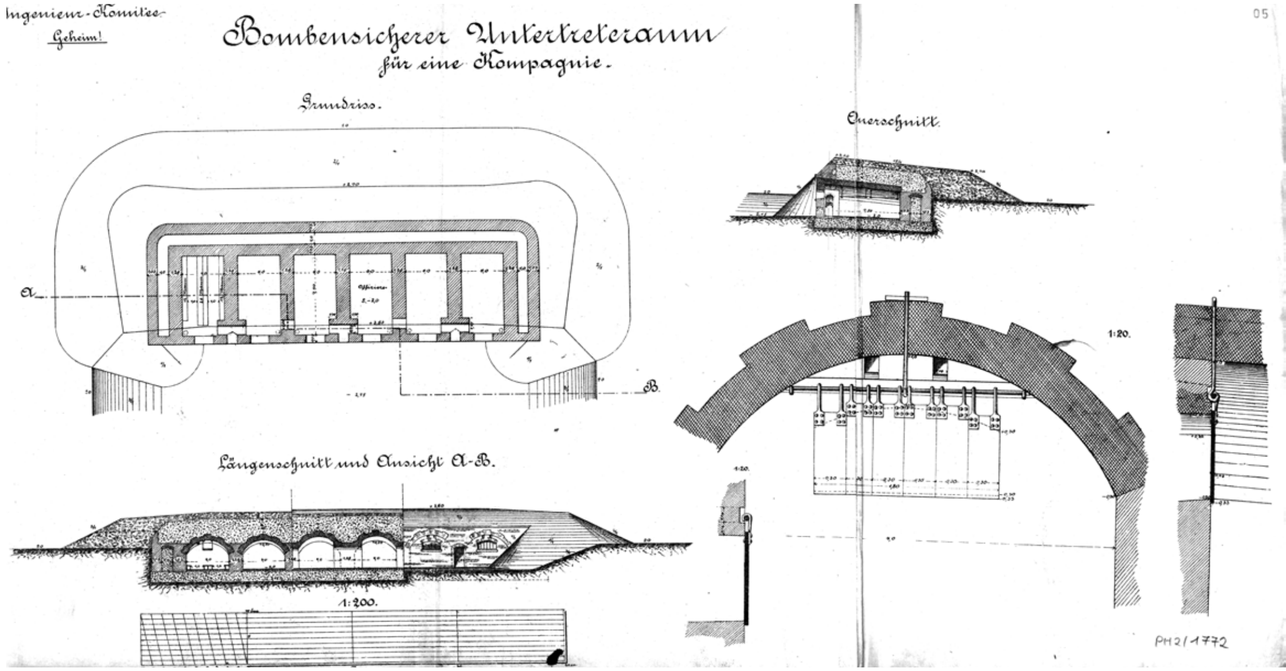


Figura V.IV.19 *// Riparo per fanteria - Da BaMa, PH 2/1772*

All'interno del sistema Séré de Rivières, la piazzaforte di Verdun, inizialmente dotata di una semplice cinta priva di grande valore, fu dotata a partire dal 1875 di una nuova cintura di forti distaccati, progressivamente rinforzati secondo le modalità descritte, fino a contare, alla vigilia della Grande Guerra, ventotto forti e un imponente parco di torrette corazzate, testimoniando l'importanza difensiva di Verdun e il ruolo di testa di ponte per eventuali offensive verso la pianura di Woëvre. Sul versante tedesco, la piazzaforte di Metz, riorganizzata dopo il 1871 con la chiusura del primo anello francese con nuovi forti di tipo Biehler e successivamente con il loro ammodernamento, la costruzione di batterie corazzate e di un secondo anello di Festen, assunse un ruolo chiave nel piano Moltke-Schlieffen come base logistica e perno per la manovra di aggiramento attraverso il Belgio. A Metz, Fort Manstein e il Feste Prinz Friedrich Karl, di cui costituisce lo sperone occidentale, illustrano in modo esemplare tutti i processi a cui andarono incontro le fortificazioni tedesche dal 1870 in avanti: costruito a partire dal 1872 secondo uno schema a lunetta con fronte di gola tenagliato, il forte era originariamente dotato di una rara torretta Gruson nella caponiera del saliente, poi rimossa dopo il 1887 durante l'esteso programma di ammodernamento che comportò l'aggiunta di carapaci in calcestruzzo alle caserme, la sostituzione delle caponiere con cofani di controscarpa, la blindatura delle aperture e l'installazione di osservatori corazzati, mentre l'altopiano circostante vide la proliferazione di ripari in muratura e calcestruzzo di ogni tipo e la costruzione di una batteria corazzata sperimentale per due obici da 21 cm. Analogamente, Fort de Douaumont rappresenta a pieno gli adattamenti dei forti di tipo Séré de Rivières: sorto in forma già superata nel 1885 secondo un impianto pentagonale tradizionale, fu sottoposto a un processo di aggiornamento pressoché costante fino al 1914, con la costruzione di un imponente carapace in calcestruzzo per le caserme, la sostituzione delle caponiere con cofani di controscarpa, l'installazione di torrette a scomparsa per mitragliatrici, cannoni da 155 e 75 mm, oltre ai relativi osservatori corazzati, fino ai progetti, rimasti incompiuti per lo scoppio della Grande Guerra, di ulteriori batterie corazzate annesse destinate a completarne la difesa.

VI. Casi studio

Al fine di illustrare con due casi pratici quanto descritto finora, sono stati selezionati due casi studio: Fort Manstein a Metz e Fort Douaumont a Verdun. Diverse considerazioni hanno condotto a questa scelta. Innanzitutto una logistica e geografica: trattandosi di due piazzeforti molto vicine, questo ha agevolato le tempistiche del sopralluogo che vi è stato condotto. Metz costituiva, nel 1914, la più grande e moderna piazzaforte del mondo, alla quale non poteva che corrispondere la più possente piazzaforte di Francia. La scelta di fort Manstein è giustificata dal fatto che faccia parte di quello che potrebbe essere considerato il primo *Feste* costruito in Germania, oltre a rappresentare un buon esempio di forte di tipo Biehler modernizzato - seppure non il caso migliore: Fort Prinz August von Württemberg ne costituisce il miglior esempio a Metz, dove la tipologia fu seguita in modo più flessibile rispetto ad altri luoghi, come Colonia. Tuttavia il forte si trova oggi nel perimetro di una base dell'Armée de l'Air e non è, dunque, accessibile -. Fort Douaumont è stato scelto in quanto si tratta del più grande e importante dell'intera piazzaforte e vi si ritrovano tutte le caratteristiche di un forte tipo Séré de Rivières, con le relative aggiunte in calcestruzzo e calcestruzzo armato, oltre a disporre di quasi tutti i tipi di torrette impiegati nei forti francesi del periodo. Infine, entrambi hanno subito danni rilevanti, il primo durante un bombardamento nel 1944 e il secondo tra il 1915 e il 1916: questo permette di apprezzarne particolari costruttivi che sarebbero altrimenti nascosti.

VI.I. I campi trincerati di Metz e Verdun nel contesto strategico di fine Ottocento

Al termine della guerra franco-prussiana, con il trattato di Francoforte, l'Alsazia e la Lorena entrarono ufficialmente a far parte dei domini imperiali del Kaiser. Le piazzeforti, prima francesi, di Metz e Thionville caddero in mano tedesca, lasciando pericolosamente sguarnito l'intero territorio dalla Mosella fino a Parigi. Sotto la direzione della *Commission de Défense* venne dunque intrapresa una monumentale campagna volta a erigere una *barrière de fer*, da Dunquerque a Nizza, per blindare la nuova frontiera orientale e prevenire un disastro pari a quello del 1870. Si decise di lasciare in secondo piano la difesa in profondità e di puntare sull'arresto immediato di una possibile invasione tedesca, nonché di un eventuale colpo di mano italiano a sud per riprendere i territori ceduti nel 1860[275]. La nuova barriera sarebbe stata fondata su regioni fortificate lineari intervallate da forti d'arresto isolati posti a guardia delle vie ferrate, per impedirne l'utilizzo da parte del nemico. Lungo la linea vennero deliberatamente lasciati sguarniti alcuni varchi, nella speranza, forse ingenua, che questo avrebbe portato l'esercito tedesco a incanalarvisi, per poi essere colpito sui fianchi e annientato.

La parte settentrionale del sistema era formata da quattro gruppi: il gruppo Jura intorno a Besançon, il gruppo dei Vosgi da Épinal a Belfort, il gruppo della Mosa, da Verdun a Toul e il gruppo Nord da Montmédy a Dunquerque[276]. La città di Verdun doveva costituire l'estremo settentrionale di una cortina difensiva che si si articolava sulle alture della Mosa e sorvegliare l'unica ferrovia diretta verso Parigi. Formando una testa di ponte oltre la Mosa, avrebbe inoltre agito da punto d'appoggio per eventuali offensiva francesi verso la pianura di Woëvre. La città non aveva che una cinta bastionata seicentesca e la relativa cittadella, che tuttavia non rispondevano più alle esigenze della guerra moderna. La posizione andava rinforzata con la costruzione di una nuova cinta di forti distaccati a guardia delle alture: tre sulla riva destra del fiume raccordati da tre opere intermedie. La riva sinistra prevedeva invece un forte e due batterie sull'altopiano di Sivry-la-Perche, raccordati da altre due batterie alle rive del fiume. La vecchia cinta poteva essere migliorata per assolvere la funzione di ridotta all'interno del campo trincerato.

La minaccia di una nuova invasione nell'inverno del 1874 portò alla costruzione di sei ridotte - i *Forts de la Panique,* Belleville, Saint-Michel e Belrupt sulla riva destra, Regret, La Chaume e Dugny su quella sinistra- e nel 1875 furono iniziati i lavori sul forte di Tavannes, sulla riva destra della Mosa, e di Marre e Souville, originariamente non previsto. L'idea di costruirvi qui un altro forte, Douaumont, fu momentaneamente accantonata in quanto troppo lontano dalla città e sostituito, nel 1880, dal nuovo forte di Vaux. A partire dagli anni Ottanta infatti venne decisa la ostruzione di una nuova cinta maggior distanza, con i forti di Vaux, Bois-Borrus, Moulainville, Landrecourt, Belle-Épine, Choisel, Chana. Solo nel 1885 venne ripresa la costruzione del forte di Douaumont. Dal 1887 tutta l'artiglieria a cielo aperto iniziò essere rimossa dai forti e ridistribuita in batterie negli intervalli, spesso accompagnate da semplici ripari in calcestruzzo e nel 1888 iniziò il rinforzo di alcuni forti ed è abbozzata l'idea di costruire alcune batterie corazzate negli intervalli. A partire dagli anni Novanta iniziò l'installazione delle prime torrette corazzate e nel 1900 la costruzione di ripari per fanteria in calcestruzzo armato negli intervalli tra i forti. Solo con l'istituzione della Haute Commission des Places Fortes nel 1900 iniziò il programma per l'impiego massiccio delle nuove torrette a scomparsa e delle casematte di Bourges. Nel 1906 fu costruita la piccola opera in calcestruzzo di La Falouse e nel 1911 il forte corazzato di Vacherauville. Alla vigilia della Grande Guerra, la piazzaforte di Verdun contava ben ventotto forti, con sei torrette per cannoni da 155 mm, quattortici per due pezzi da 75 mm, ventinove torrette per mitragliatrici e ventitré casematte di Bourges. Altri trecento cannoni di ogni tipo armavano permanentemente le batterie negli intervalli, altri sarebbero stati portati solo in caso di necessità[277]. A dispetto della sua funzione prettamente difensiva, la piazzaforte di Verdun e in generale la regione fortificata delle Hauts-de-Meuse doveva

275 R. Fontbonne, *Les fortifications de Verdun: 1873-1918. Stratégie et tactique*, Actania Presses, Parigi, 2011, p. 21

276 G. Le Hallé, *Verdun, Les forts de la Victoire*, Citédis, Parigi, 1998, p.12

277 *Ivi*, pp. 22-25; A. Hohnadel, P. Bestetti, *Croix de guerre contre croix de fer, la bataille des forts: Verdun face à Metz*, Heimdal, Damigny, 1995, pp. 1-6

anche agevolare azioni offensive al di là della Mosa e coprirne la ritirata.

Piarron de Mondesir aprì la seconda parte del suo corso sulla fortificazione corazzata del 1909 in questo modo:

La situation générale ne s'est réellement modifiée qu'en Allemange[278]

La frase fa riferimento, in particolare, ai principi innovativi secondo cui il campo trincerato di Metz stava venendo eretto in quegli anni.

Fino al 1870, la città era circondata da una vecchia cinta bastionata e da una cittadella a cui Cormontaigne aveva aggiunto alcune opere esterne nel Settecento. La costruzione di una cinta di forti distaccati era stata avviata negli anni Sessanta, in seguito all'apparizione dell'artiglieria rigata e all'inquietante affermarsi della Prussia come potenza dominante del mondo germanico dopo aver sconfitto gli austriaci a Sadowa, ultimo atto della guerra austro-prussiana che spianò le porte all'unificazione tedesca.

Nel 1865 fu presa la decisione di trasformare Metz in un campo trincerato, con la costruzione di cinque forti distaccati, in particolare sulle alture di Saint-Quentin, Plappeville e Lissy, dove si sarebbero potute facilmente installare delle batterie per bombardare la città. La supervisione dei lavori cadde, curiosamente, su Séré de Rivières, comandante del Genio di Metz. Allo scoppio della guerra del 1870, i forti di Diou, Plappeville, Saint-Julien e Queuleu erano completi, con due nuovi forti, di Saint-Privat e Bordes, appena abbozzati. Si trattava, naturalmente, di forti di vecchia concezione, lontani da quelli che proprio da Séré de Rivières prenderanno il nome dopo il 1874, in forme di trapezi ed esagoni con traccia bastionata. Appena venti giorni dopo la capitolazione della città durante la guerra, i tedeschi si misero immediatamente all'opera per adeguare la piazzaforte, completando quanto era già stato avviato dai francesi e integrando la cinta con quattro nuovi forti: Kameke, Schwerin, Hindersin e Manstein, quest'ultimo sulla collina di Saint-Quentin ma sullo sperone opposto rispetto al forte Diou[279]. Il colle, con un'altezza di 360 metri, viene definito da Meyer la chiave della fortificazione di Metz. I nuovi forti tedeschi seguivano, in linea di massima, il forte standard di tipo Biehler: a forma di lunetta, con gola bastionata, ripartiti internamente in due o tre zone distinte mediante grosse traverse e con il fossato fiancheggiato da caponiere[280]. In seguito alla crisi della granata torpedine i forti furono rinforzati nelle modalità che sono già state descritte nei capitoli precedenti, e videro la modifica di alcune traverse per l'installazione degli osservatori corazzati[281]. Furono contemporaneamente costruite settantanove nuove batterie per cannoni in barbetta sia annesse ai forti sia negli intervalli, oltre a

278 L. Piarron de Mondesir, p. 219
279 A. Hohnadel, P. Bestetti, pp. 39-42
280 J. Meyer, *Le champ retranché de Metz et la fortification cuirassée moderne*, Berger-Levrault et Cie, Parigi, 1895, pp. 16-17
281 R. Rolf, 2000, p. 268

decine di ripari destinati al personale delle batterie (***fig. V.IV.18***), alle munizioni (***fig. V.IV.17***) e alla fanteria (***fig. V.IV.19***), tutti pressoché identici. Si trattava, infatti, di piccoli edifici a un solo piano fuori terra, in pietra di Jaumont, con volte in laterizio, rinforzati da un cuscinetto in sabbia e da un carapace in calcestruzzo. I tre muri perimetrali, fatta eccezione per la facciata rivolta verso il corpo di piazza, erano circondati da gallerie riempite di sabbia. Completava il rinforzo un cordolo in blocchi di granito. L'unica differenza tra i tipi di riparo consisteva nella dimensione: quelli per fanteria erano solitamente più lunghi, con sei stanze, mentre gli altri ne avevano tipicamente solo tre. I ripari per fanteria dovevano inoltre costituire i punti di appoggio per i trinceramenti da costruire in tempo di guerra, che tra il gruppo fortificato di Saint Quentin e Plappeville furono già allestite in tempo di pace.

Il trasferimento dell'artiglieria in batterie indipendenti si tradusse nella costruzione, tra il 1888 e il 1890, di due batterie corazzate per due obici da 21 cm, una sul Saint Quentin e una a Chêne, e due postazioni per affusti mobili presso il colle di Lessy. A partire dal 1896 la tipologia poteva dirsi perfezionata, mediante l'impiego di quattro obici da 15 cm, e ne furono costruite tre nel settore nord e due sulla riva destra per rinforzare il settore sud in caso di sfondamento francese a Nancy. Completati questi lavori, nel 1899 Metz era una piazzaforte moderna, con ripari e batterie disseminate negli intervalli e ben ventotto obici in torretta. Tuttavia soffriva di un serio problema: una sola cinta di forti, a una distanza troppo breve dal nucleo abitato, circondava la città.

Furono dunque costruiti, a 10 km dal centro, tre nuovi *Festen* a ovest - Lothringen, Kronprinz e Kaiserin - e uno a sud - Haesler -, insieme al piccolo forte di Summy. Dal 1905 furono organizzati gli intervalli della riva sinistra della Mosella - Feste Leipzig - e completarono la cinta esterna con nuovi *Festen* sulla riva destra - Wagner, Luitpold, Freiherr von der Goltz, oltre a numerosi *Infanteriewerk* dotati semplicemente di una caserma con casematte di fiancheggiamento e osservatori. Alcuni punti di appoggio, su quella che si potrebbe definire una sorta di terza cinta, furono attrezzati, dal 1908, con batterie avanzate per cannoni in barbetta[282].

Una tale attività febbrile è giustificata dal ruolo strategico della piazzaforte. La costruzione di due nuove stazioni trasformarono Metz in un importante snodo ferroviario per l'accumulo di truppe e materiali e vi convergevano un totale di cinque vie ferrate, comparate alla singola linea che metteva in collegamento Verdun a Parigi. La funzione della piazzaforte era sì difensiva, ma giocava un ruolo chiave nel piano d'invasione della Francia attraverso il Belgio - piano Schlieffen -, volto a superare la potente linea fortificata da Verdun a Belfort per passare da Nord, dove la *barrière de fer* risultava più vulnerabile, affidandosi alle moderne fortificazioni belghe progettate da Brialmont. Metz sarebbe stata simultaneamente il terminale per l'accumulo della forza d'invasione, il fulcro della manovra di aggiramento attraverso il Belgio e il punto in cui arrestare un

282 A. Hohnadel, P. Bestetti, pp. 42-56

tentativo di contrattacco francese verso il Lussemburgo, che avrebbe potuto colpire sul fianco le armate tedesche, sfruttando il carattere essenziale della fortificazione per raggiungere questo risultato con il minor dispendio di forze possibile. Quest'ultimo aspetto era indispensabile per poter affrontare simultaneamente i francesi a ovest e i russi a est, come lasciava presagire la Duplice intesa siglata dalle due potenze nel 1892[283]. Il timore di una simile evenienza non era affatto infondato. Già a partire dal 1888 i francesi iniziarono a concepire la possibilità di una violazione della neutralità del Belgio da parte dei tedeschi e formularono un piano di contingenza, anche grazie all'acquisizione dei piani di concentrazione delle truppe venduti all'intelligence da un anonimo ufficiale tedesco. I piani militari prevedettero dunque un sempre maggiore dispiegamento di forze a nord di Verdun. Con la nomina a Capo di Stato Maggiore di Joffre nel 1911 la postura francese passò da una difensiva-offensiva a una marcatamente offensiva, con l'intenzione di coordinare un attacco immediato diretto verso Berlino, insieme ai russi, nei primissimi giorni di guerra. Nel 1913 venne completato il *Plan XVII*, che prevedeva la disposizione di cinque armate a nord, alla frontiera col Belgio, Lussemburgo e Germania per reagire a qualsiasi possibile mossa tedesca. Di queste, la prima e la seconda armata avrebbero dovuto attaccare a sud di Metz e Thionville, la terza le avrebbe investite frontalmente e la quinta avrebbe attaccato a nord o direttamente in Belgio[284].

Non stupisce, dunque, l'enorme importanza che venne attribuita alla fortificazione della città.

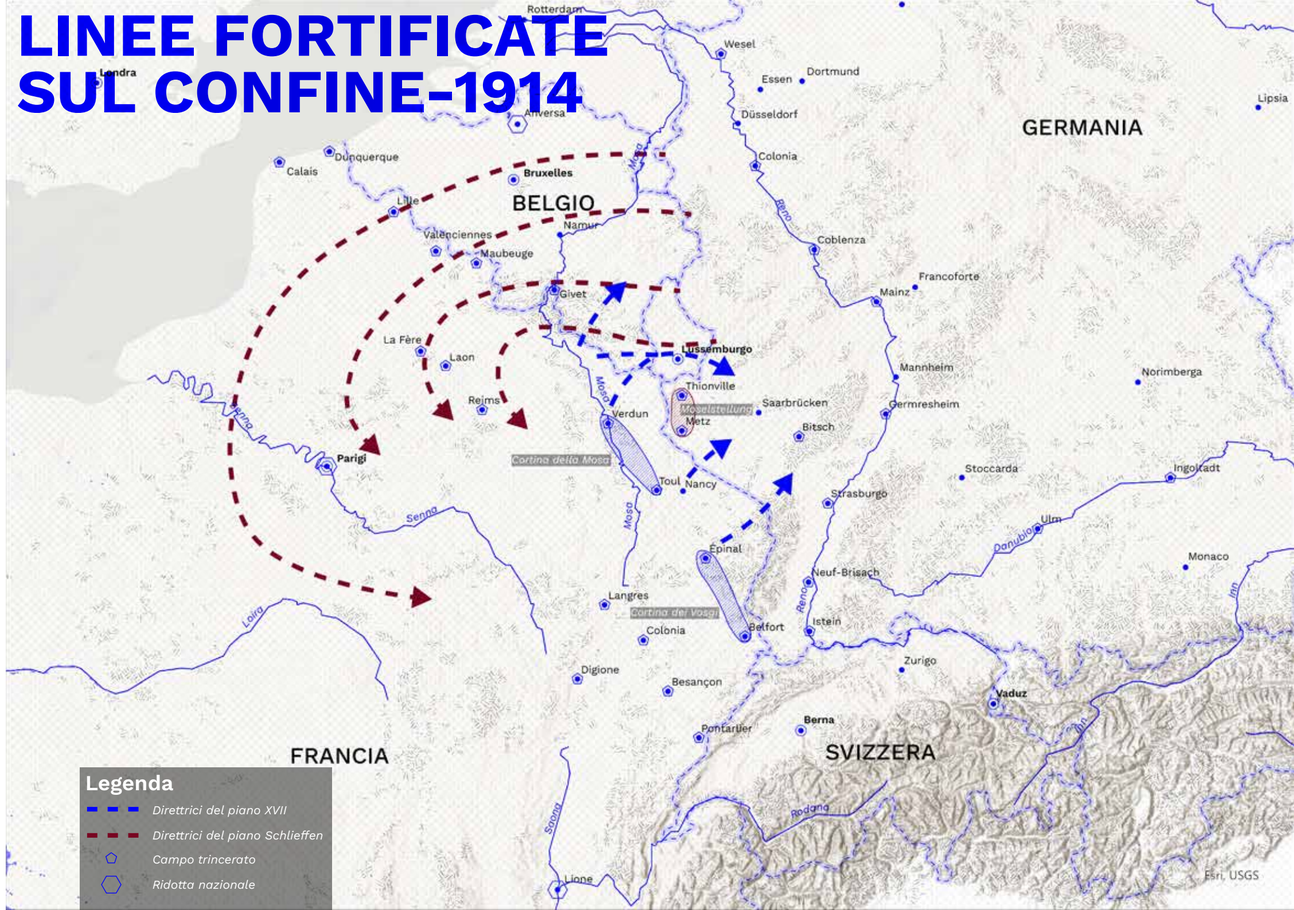
Scrisse così Séré de Rivières:

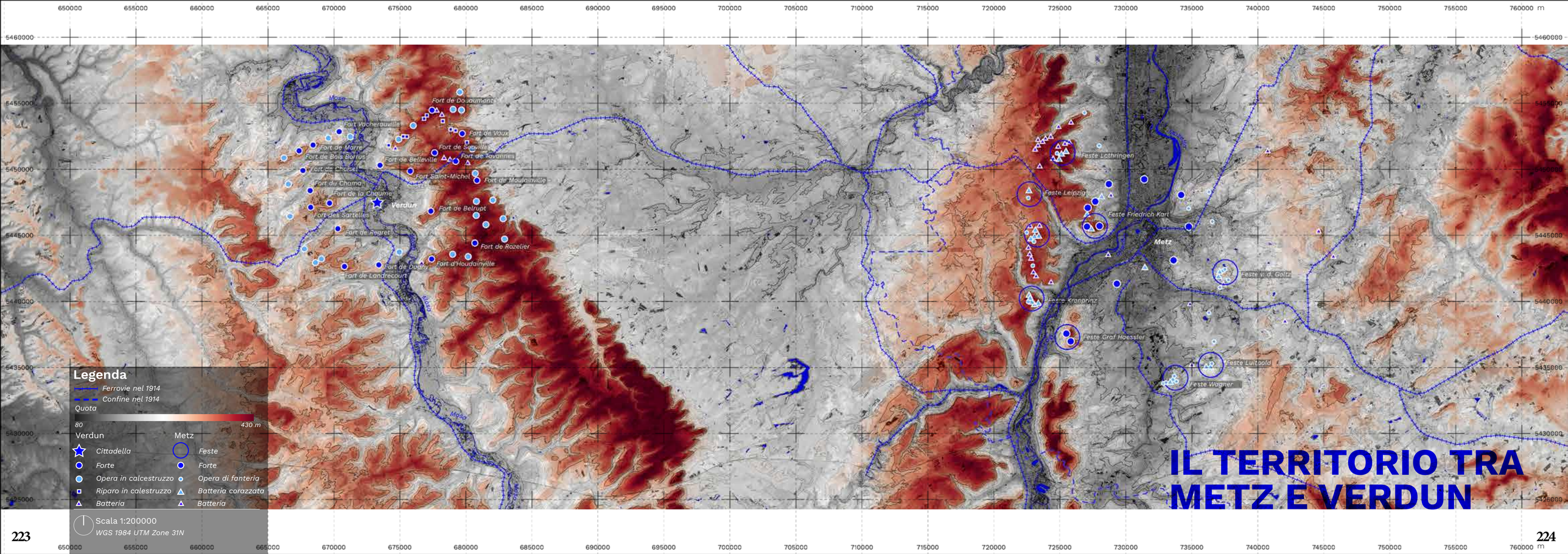
Così come Metz è la testa di ponte della Germania sulla Mosella, Verdun dovrà essere la testa di ponte della Francia sulla Mosa e controbilanciare la minaccia di Metz[285].

283 A. Hohnadel, P. Bestetti, pp. 42-56

284 R. A. Doughty, *Pyrrhic victory: French Strategy and Operations in the Great War*, The Belknap Press of Harvard University, Cambridge, 2005, pp. 12-14, 25-28, 32-38

285 R. Fontbonne, 2011, p. 31





IL TERRITORIO TRA METZ E VERDUN

VI.II. Il Feste ante litteram: Fort Manstein e il Feste Prinz Friedrich Karl

La costruzione di Fort Manstein iniziò, come indicato da un'epigrafe affissa sul portale d'ingresso, nel 1872. Situato sullo sperone occidentale del Mont Saint Quentin, costituisce la controparte tedesca del più vecchio forte francese di Diou - didascalicamente ribattezzato dai tedeschi Ostfort, forte Est -, sull'estremità opposta del colle e che venne ad assumere la funzione di ridotta nel raggruppamento edificato sull'intera sommità del monte, il Feste Prinz Friedrich Karl o, in francese, Groupe Fortifié Saint Quentin. Un parapetto continuo per artiglieria in barbetta univa, infatti, i due forti, nel più vasto complesso fortificato della cinta interna di Metz.

La prima configurazione del forte seguiva a grandi linee lo schema di un tipico forte Biehler: impianto a lunetta pentagonale, con un fronte ad angolo ottuso e due fianchi, circondato da un fossato scavato nella roccia fiancheggiato da tre caponiere. Tuttavia, rispetto ad altri esemplari coevi, il fronte di gola non ha traccia bastionata ma tenagliata, seppur con un angolo tendente ai 180°, difeso da una caponiera a destra dell'ingresso. Il forte non presenta alcuna traversa sul saliente e la sua funzione è assolta dal massiccio di terra a copertura della caserma per ufficiali, posizionata nella corte centrale. É possibile che una tale scelta sia stata motivata da un lato dalla maggiore profondità del forte, per via della traccia del fronte di gola, che avrebbe resa auspicabile una seconda linea di terrapieni parallela al fronte principale per proteggere la caserma di gola, e dall'altro dalle direzioni plausibili da cui sarebbe potuto provenire il tiro nemico. Il fianco destro del forte, infatti, poteva dirsi ragionevolmente sicuro, coperto dal vicino Fort Alvensleben ad appena 1,5 km. Meno chiara è la situazione del fianco sinistro, che appare invece più vulnerabile, essendo il forte più vicino, il Prinz August von Württemberg, a quasi 5 km di distanza e non sembra occupare una posizione tale da impedire a una possibile batteria nemica di posizionarvisi per tirare sul fianco sinistro di Fort Manstein. A questo riguardo, un disegno del forte datato 1872[286] (***fig. VI.II.77***) riporta le direttrici rispetto alle quali defilare le postazioni in barbetta e l'unica a interessare il lato sud punta verso il bosco di Vaux, a sud-ovest rispetto al forte e in posizione tale per cui non sarebbe teoricamente possibile colpirne la corte d'infilata. Non è un caso che la seconda cinta di *Festen* andrà a occupare proprio questa posizione con una serie di opere di fanteria e batterie tra Feste Kaiserin e Feste Kronprinz. In assenza di documenti ufficiali che giustifichino le ragioni di questa scelta, è possibile solo fare speculazioni, tuttavia il poco materiale disponibile sembra fornire informazioni a sufficienza da ritenerla, quantomeno, ragionevole.

L'accesso

L'ingresso al forte avveniva attraverso un portale centrale (***fig. VI.II.1***) costruito con grandi blocchi in pietra di Jaumont, appena decorato da due colonnine d'angolo - o forse due piccole torri decorative di gusto neogotico - e da una cornice modanata retta da semplici mensole. L'interno era fiancheggiato, presumibilmente, da tre feritoie poste su ambo i lati, tuttavia oggi solo quelle di destra rimangono, mentre quelle di sinistra sono state tamponate. Sbarrava l'ingresso, inoltre, un ponte levatoio (***fig. VI.II.2***), probabilmente di tipo molto semplice, con contrappesi all'estremità opposta dei bracci che sostenevano il ponte stesso, come suggeriscono i due alloggiamenti per il contrappeso ai lati del camminamento e il ritaglio rettangolare intorno al secondo arco di accesso, compatibile con la forma di un ponte sollevato. Sono ancora visibili oggi i due ganci con cui era possibile bloccare in posizione elevata il ponte.

Le caserme

Nel forte si ritrovano, come detto, tre caserme. La prima era quella di gola (***fig. VI.II.3-6***) e immediatamente accessibile dall'ingresso principale. A un solo piano fuori terra, era formata da una lunga successione di camere di uguali dimensioni accessibili da un corridoio. L'ala sinistra ospitava i locali abitativi veri e propri, con una cucina situata immediatamente a sinistra dell'ingresso principale, le camerate e infine le latrine, sul margine esterno. Una piccola scala a chiocciola avrebbe consentito di raggiungere la corrispondente traversa al livello superiore . Nell'ala destra, in ordine, si susseguono una camera per sorvegliare l'ingresso, una stanza per un ufficiale, forse il comandante del forte, l'accesso alla caponiera di gola e sette camere adibite a ospedale, terminando con una camera per i medici e una latrina. Rispetto alle altre due, questa caserma aveva anche una funzione difensiva e nel progetto gli alloggi sono infatti definiti *Wohncasematten*.

Proseguendo oltre l'accesso principale si doveva emergere nel cortile, al centro del quale era disposta una piccola caserma per soli ufficiali (***fig. VI.II.7***), ma con la stessa organizzazione lineare, servita da un corridoio che conduceva anche a una latrina.

Infine, una terza caserma era posizionata al di sotto del ramparo (***fig. VI.II.8-9***), seguendone l'andamento ricurvo. La caserma si sviluppa specularmente intorno al corridoio di accesso alla caponiera del saliente e la maggior parte delle stanze erano probabilmente semplici alloggi per la truppa. Verso le estremità, però, era presente una stanza indicata come *Hangar*, probabilmente un deposito per carri, e, sull'ala destra, una stalla per cavalli. Adiacente alle rimesse, un corridoio terminava in una latrina doppia, che scaricava direttamente nel fossato e che aveva probabilmente una funzione secondaria difensiva. Al termine di ciascuna ala, un altro corridoio conduceva alla caponiera di spalla e a una polveriera per 500 tonnellate di polvere nera.

Ciò che colpisce è l'attenzione che sembra essere stata dedicata al comfort della truppa: ogni locale è stato infatti intonacato e decorato con cornici pitturate sui muri perimetrali (***fig. VI.II.10-11***), che talvolta furono integralmente dipinti di un blu tenue (***fig. VI.II.12***), con l'intenzione, forse, di rendere meno claustrofobica la permanenza all'interno del forte. Le stanze della caserma del ramparo, poi, recano ancora oggi il substrato di quello che in origine era probabilmente un par-

286 *St. Quentin, Westfort nebst Anschlußlinien*, GStA XI. HA, FPK, A, Nr. 70889

FESTE PRINZ FRIEDRICH KARL - 1874



Legenda

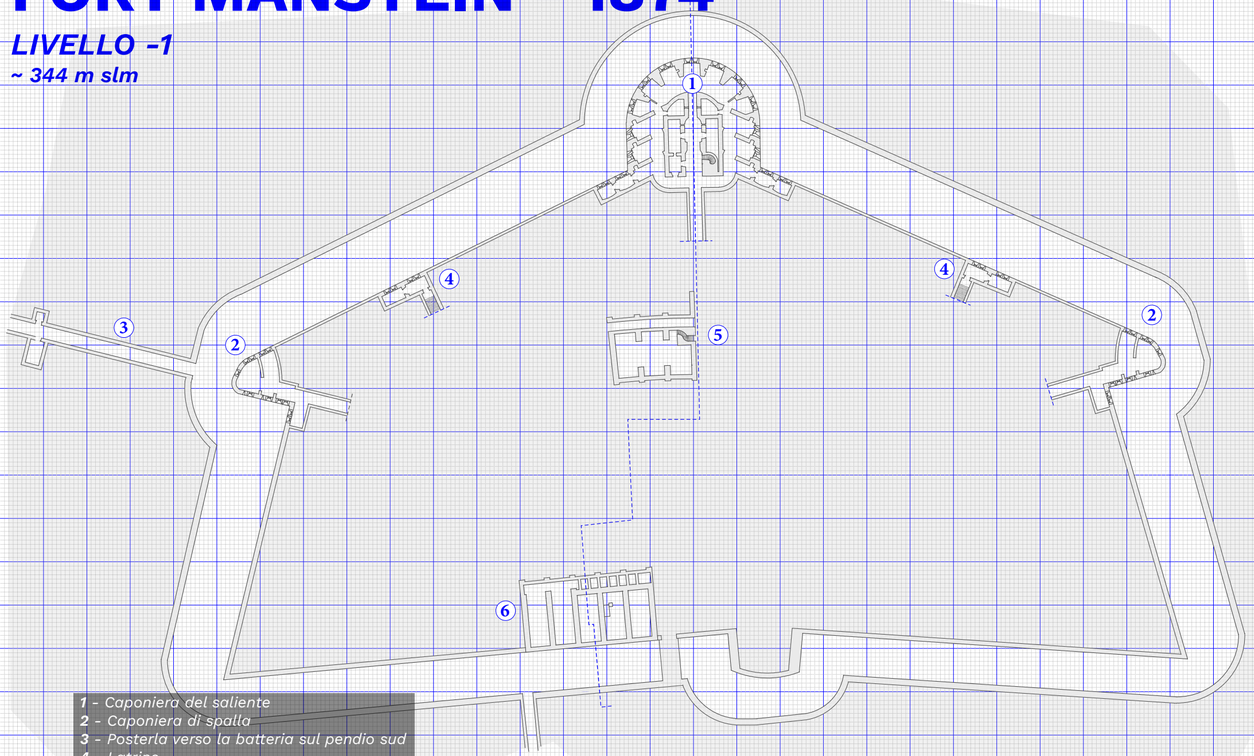
1 - Fort Manstein
2 - Laboratorio di confenzionamento munizioni
3 - Caserma centrale
4 - Polveriera per l'artiglieria in barbetta del Feste
5 - Fort Diou
6 - Traversa-deposito

Scala 1:2500

FORT MANSTEIN - 1874

LIVELLO -1

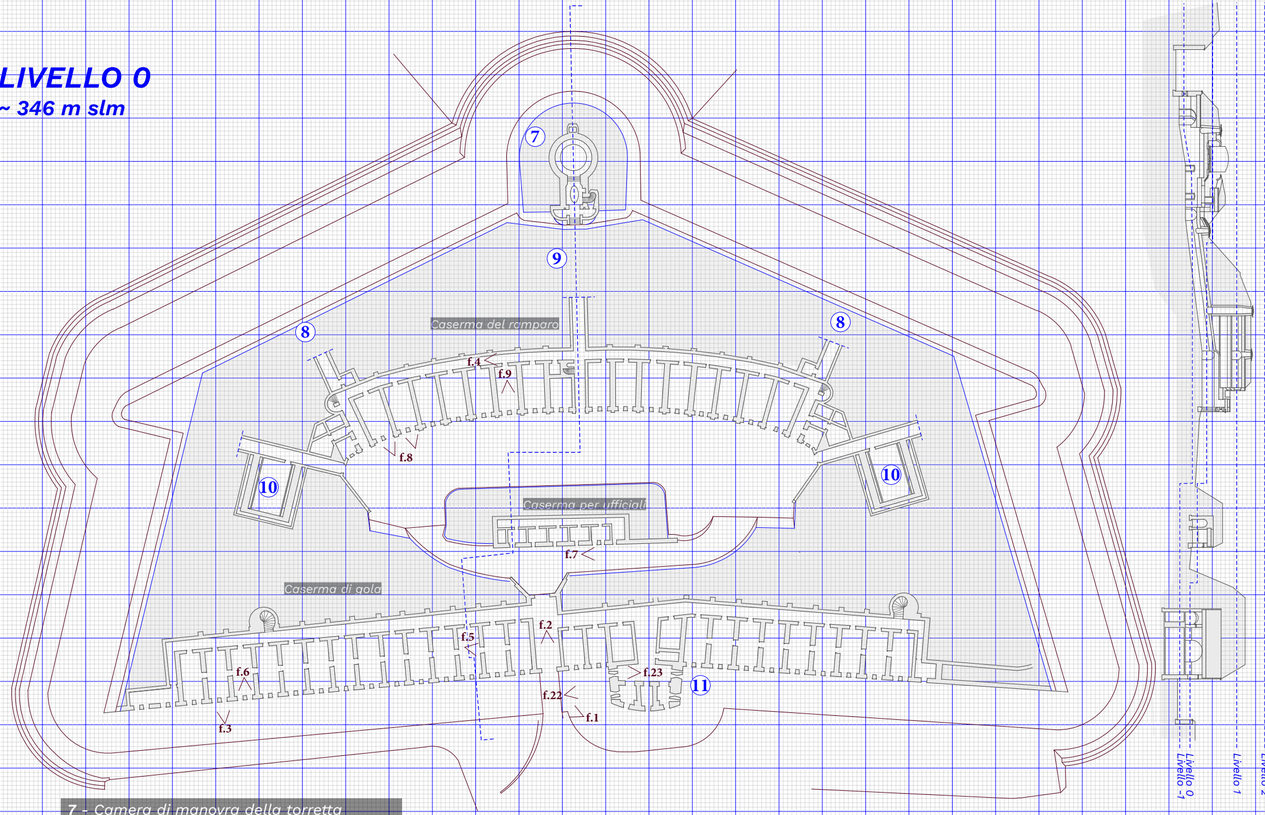
~ 344 m slm



1 - Caponiera del saliente
2 - Caponiera di spalla
3 - Posterna verso la batteria sul pendio sud
4 - Latrine
5 - Cisterna della caserma del ramparo
6 - Cisterna della caserma di gola

LIVELLO 0

~ 346 m slm

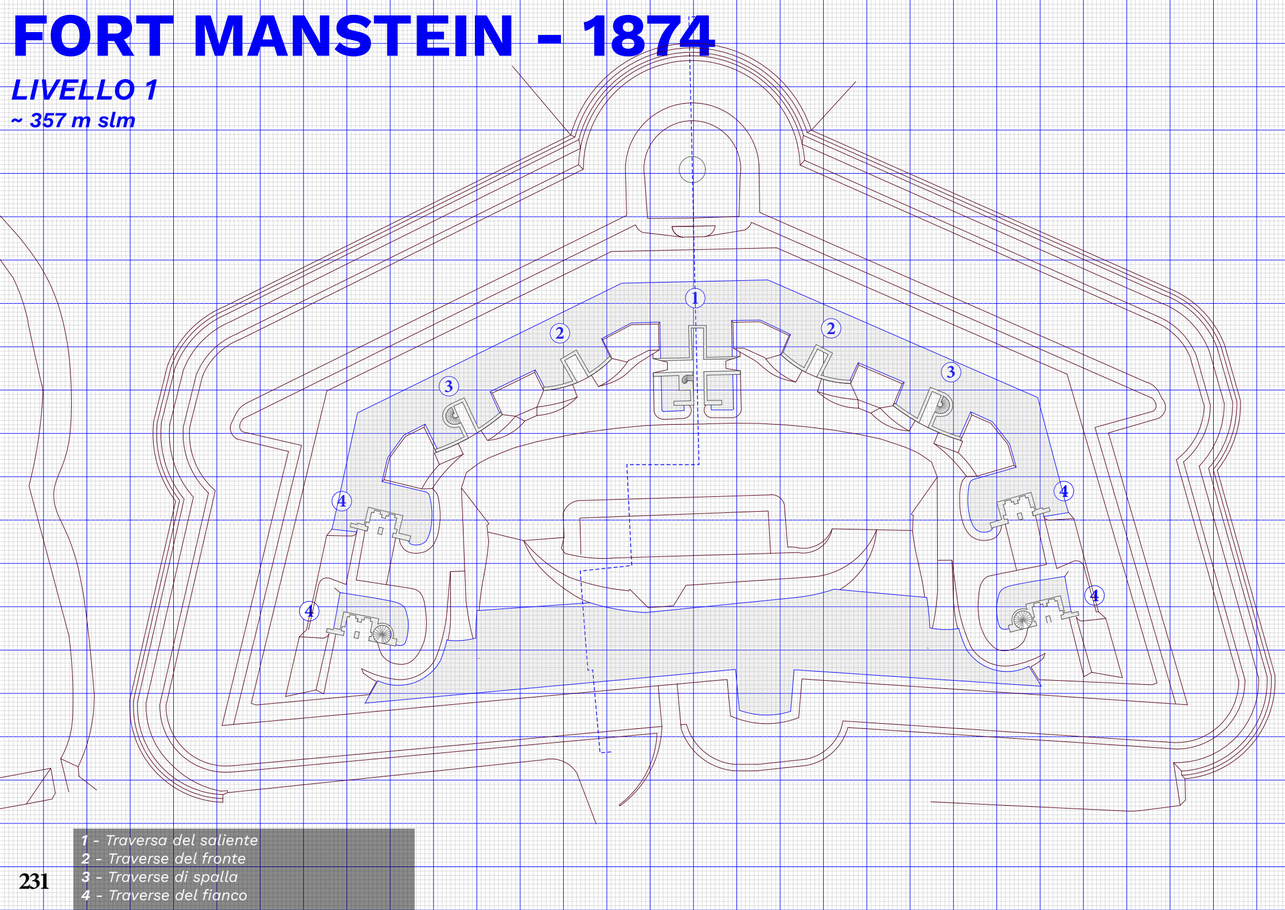


7 - Camera di manovra della torretta
8 - Posterna verso le latrine
9 - Posterna verso la caponiera del saliente
10 - Polveriera
11 - Caponiera di gola

FORT MANSTEIN - 1874

LIVELLO 1

~ 357 m slm



1 - Traversa del saliente
2 - Traverse del fronte
3 - Traverse di spalla
4 - Traverse del fianco

LIVELLO 2

~ 363 m slm

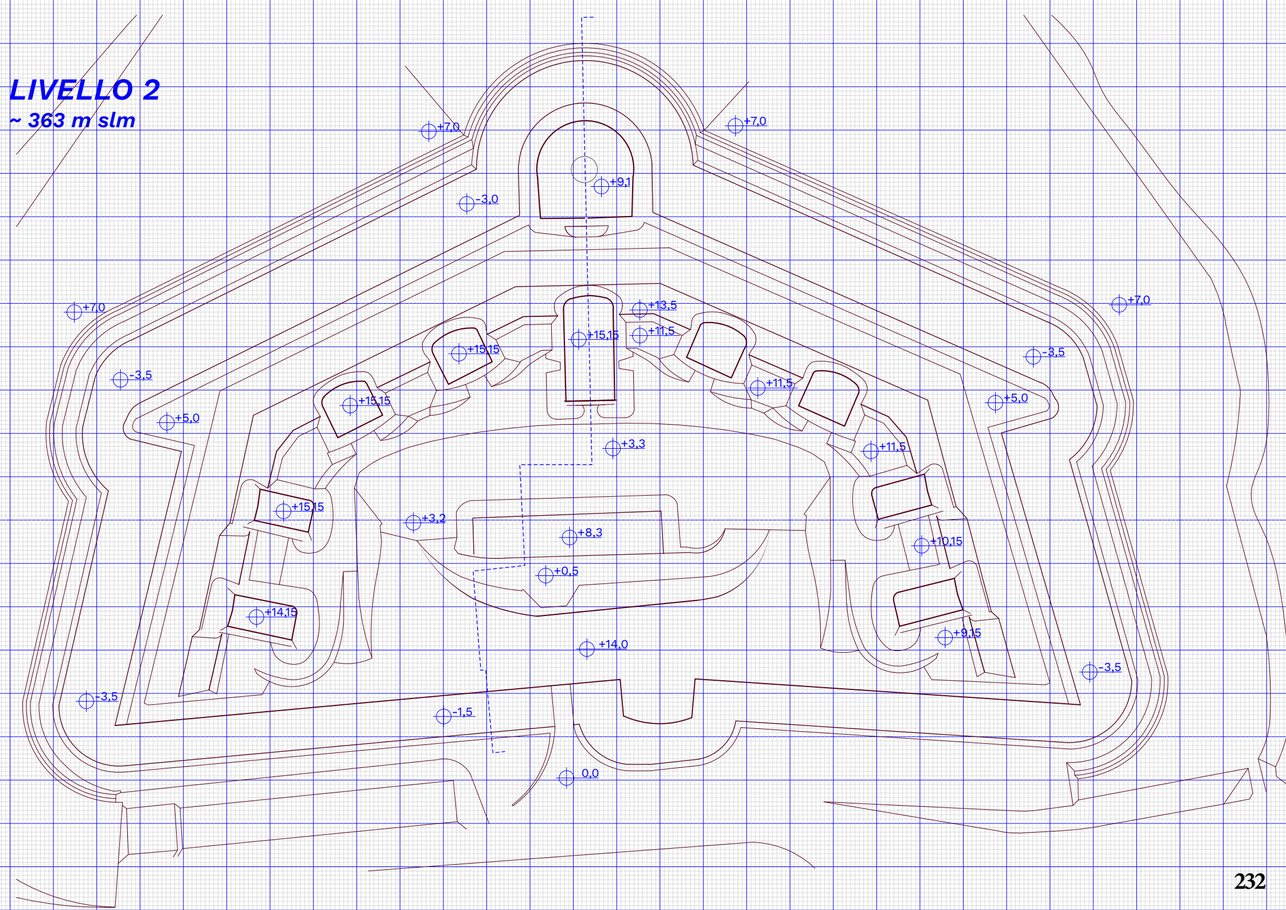




***Figura VI.II.1** // Ingresso principale e ala sud della caserma di gola - Da Festungen.info*

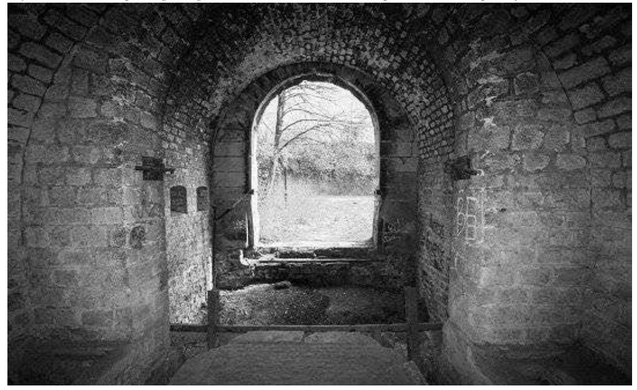


***Figura VI.II.2** // Resti del ponte levatoio - Da Festungen.info*

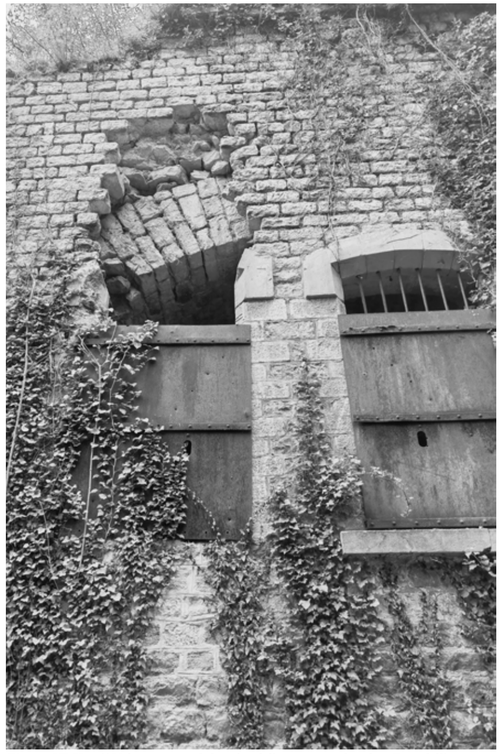


***Figura VI.II.3** // Volta a prova di bomba della caserma di gola - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.4** // Corridoio di distribuzione alle camerate della caserma di gola - Foto di Joseph Silesi*



***Figura VI.II.5** // Camerate dell'ala sud della caserma di gola - Foto di Joseph Silesi*

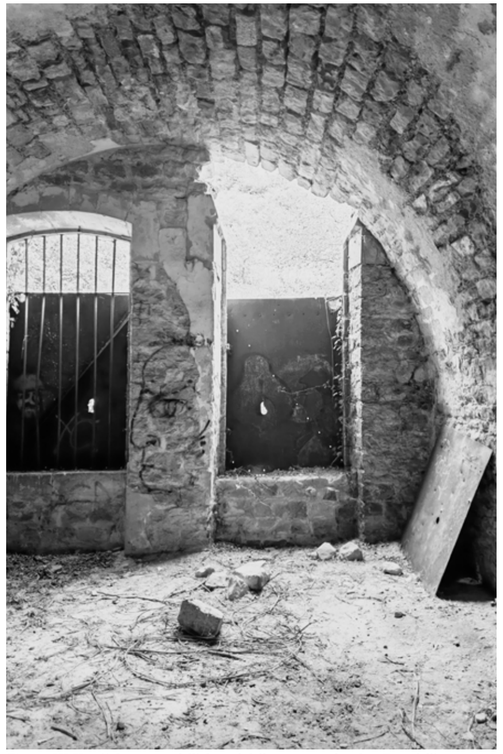


***Figura VI.II.6** // Camerata dell'ala sud della caserma di gola - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.7** // Caserma per ufficiali - Da Festungen.info*





***Figura VI.II.8** // Campate della caserma del ramparo - Foto dell'autore*

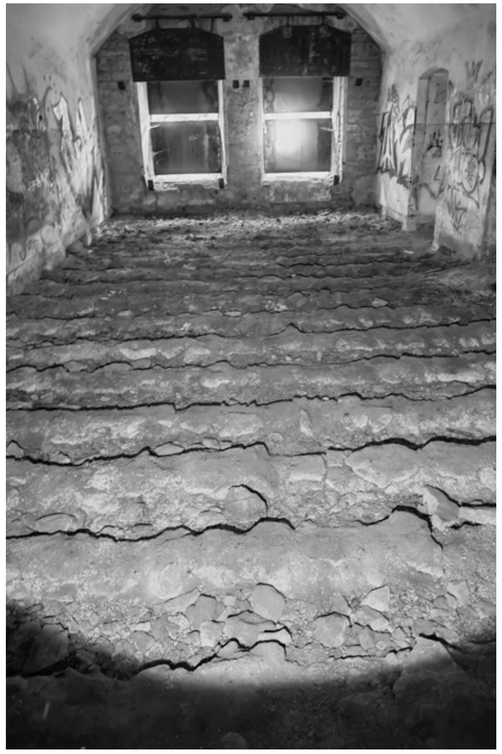


***Figura VI.II.9** // Camerata della caserma del ramparo - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.10** // Cornici dipinte sull'intonaco di una camerata della caserma di gola - Foto dell'autore*

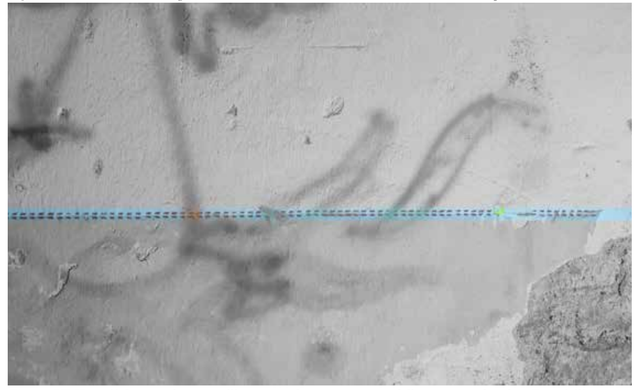


***Figura VI.II.11** // Cornici dipinte sull'intonaco di una camerata della caserma di gola - Foto dell'autore*

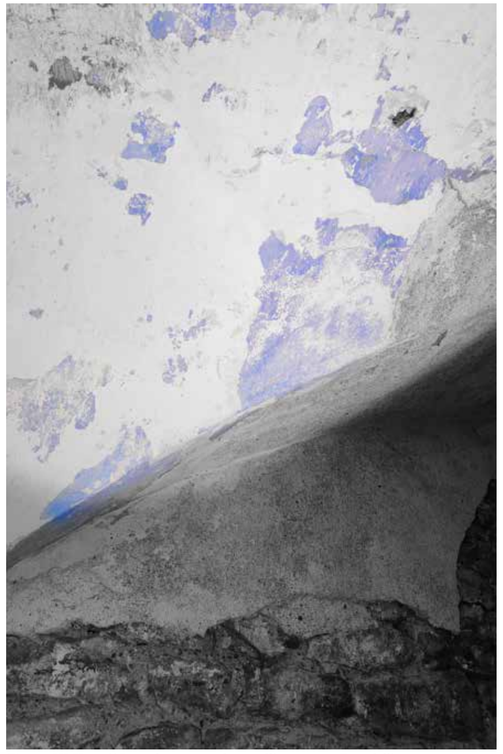


***Figura VI.II.12** // Resti di pittura celeste sull'intonaco - Foto dell'autore*

quet. Si tratta, all'apparenza, di inezie, ma il confronto con le condizioni spartane in cui vivevano i soldati nei forti francesi dimostrerà un'attenzione al benessere della guarnigione assolutamente non comune.

La caponiera del saliente

Uno degli aspetti più peculiari è senza dubbio la presenza di una torretta Gruson per due cannoni da 15 cm installata nella caponiera del saliente di cui, come si è visto, ne furono installati pochissimi esemplari. Non solo: i disegni preliminari del 1871[287] (***fig. VI.II.13***) testimoniano l'intenzione iniziale di inserirne addirittura due sulla stessa linea del saliente. Ciò che colpisce di più è che i test sulla prima torretta corazzata progettata da Schumann a Tegel inizieranno nel tardo 1869 e si concluderanno nel 1871 e dunque, nei piani dell'*Ingenieur-Komité*, doveva necessariamente seguirne un progetto molto simile se non identico, dal momento che Schumann fu anche uno dei primi membri del comitato, fondato alla fine del 1867, e gli venne personalmente affidato l'incarico di occuparsi della questione delle torrette[288].

Anche se non si hanno a disposizione progetti ufficiali relativi alla torretta di Tegel, i disegni dettagliati del 1874[289] (***fig. VI.II.16-17***) per il modello di Fort Manstein mostrano una corazza indubbiamente in ferro laminato nonché una certa somiglianza costruttiva con le caponiere dello stesso materiale di Strasburgo, in particolare nell'assemblaggio delle piastre mediante rivetti. Proprio questo fattore suggerisce che si tratti di un modello identico a quello di Tegel, o più probabilmente di una sua versione raffinata - il modello originale era piuttosto carente dal punto di vista costruttivo -. Brialmont scrisse infatti che l'esemplare sperimentato nel 1870 era stato prodotto dalle fucine Cammel di Sheffield, le stesse delle caponiere di Strasburgo[290]. Se si considerano affidabili i disegni riportati da Brialmont sul modello di Tegel (***fig. VI.II.18***), e confrontandoli con il progetto del 1874, si può notare la correzione di alcune criticità emerse durante i test, riportate dallo stesso autore citando la pubblicazione *Mittheilungen des Ingenieur-Comités* del 1871[291]:

1) la fondazione del treno di rotolamento sembra essere stata ampliata in larghezza al fine di consentire maggiore stabilità;
2) la ralla in cui si innesta il perno della torretta sembra essere stata rinforzata e ancorata più saldamente alla fondazione per resistere meglio allo sforzo dovuto al peso della torretta e all'urto prodotto dal fuoco dei cannoni;
3) la corona precedentemente in ghisa che poggiava sui rulli sembra essere stata effettivamente rimpiazzata da una in ferro battuto - da quanto si deduce dal colore impiegato per campirla, analogo a quello delle putrelle della sottostruttura e differente da quello dell'avancorazza in ghisa -;
4) lo spessore dei rulli sembra essere stato raddoppiato per meglio sopportare il peso della torretta.

Altri cambiamenti potrebbero essere stati motivati semplicemente dall'applicazione sul campo della torretta, in particolare lo spessore omogeneo delle piastre corazzate su tutto il perimetro - nell'esemplare di Tegel lo spessore diminuiva dal fronte verso il retro - e la rimozione dei supporti in legno tra la sottostruttura in putrelle e la piastra frontale. Le giunzioni tra le piastre appaiono invece analoghe: la muraglia si compone di uno strato interno spesso 10 cm e da uno esterno da 20 cm, separati da un'intercapedine di 2,5 cm. Non è possibile stabilire quale sia il materiale di riempimento, seppur presente, non essendo riportata alcuna legenda o indicazione testuale. Si può ipotizzare, per analogia con le caponiere di Strasburgo, che si tratti di un sottile strato di cemento con scoria d'altoforno, anche se si tratta naturalmente solo di speculazione. Ad appena 10 mesi dalla redazione del progetto, nell'aprile del 1875, ne venne tuttavia redatto un secondo[292], in linea con quanto emerse dai test comparativi effettuati privatamente a Tegel tra il 1873 e il 1874 con il progetto di Gruson [293]. Il nuovo progetto (***fig. VI.II.19***) presentava una sottostruttura quasi invariata, ma con una corazza in ghisa indurita dimensionalmente identica a quella riportata da von Schütz per la prova di tiro del 1874[294]. Queste avevano dimostrato capacità soddisfacenti per le piastre frontali e laterali, ma non per quella della copertura, per la quale fu suggerito un ritorno alla costruzione in ferro battuto[295]. Questo appare evidente nelle tavole progettuali, che mostrano questa piastra come composta da due strati formato da due pezzi semicircolari ciascuno, ruotati in modo che la giunzione del primo strato sia ortogonale a quella del secondo e rivettati tra loro. Sembra, inoltre, che la curvatura sia la medesima sia sulla piastra frontale che su quelle laterali e posteriori, che differiscono solo per lo spessore, da 55 a 42 cm. La sottostruttura presenta leggere variazioni rispetto al progetto precedente, probabilmente dovute al maggior peso della corazza, in particolare il rinforzo della piattaforma con una nuova putrella in corrispondenza degli affusti per i cannoni e della piastra frontale. Per il resto non sembra ci siano differenze.

La collocazione della torretta (***fig. VI.II.14***) dimostra una concezione non troppo chiara di quale dovesse essere il suo impiego. La possibilità che servisse per il fiancheggiamento del fossato è da escludere, poiché la depressione dei cannoni è insufficiente. È dunque probabile che fosse destinata al combattimento con l'artiglieria d'assedio, di fatto lo stesso ruolo dei pezzi in barbetta, ma era situata in una posizione troppo bassa per consenti-

287 *Die Caponiere im Saillant des Westfort*, GStA, XI. HA, FPK, F, Nr. 71165
288 G. von Schröder, p. 39
289 *Special project für den Panzer Drehturm auf der Saillant Caponiere des Fort Manstein bei Metz*, GStA, XI. HA, FPK, B, Nr. 70011
290 A. Brialmont, *La fortification à fossés secs, Tome I*, E. Guyot, Bruxelles, 1871, p. 224
291 *Ivi*, pp. 228-229
292 *Special project für den Panzer Drehturmes auf der Saillant-Caponniere des Fort Manstein bei Metz*, GStA, XI. HA, FPK, B, Nr. 70110
293 R. Rolf, 1991, p. 49
294 J. von Schütz, 1887, p. 30
295 *Ivi*, pp. 31-5

re un'adeguata osservazione del terreno e, anzi, dai disegni si evince che sporgendosi dal *trou d'homme* si possa a malapena vedere oltre la cresta della strada coperta; sembra, inoltre, che non fosse stato contemplato alcun osservatorio appositamente dedicato[296]: è indicativo il fatto che nel vicino Fort Kameke le torrette siano state posizionate sulla cresta del saliente e della spalla, e non nelle relative caponiere.

Forse per accomodare l'impianto della torretta e i locali annessi, la caponiera in sé risultava decisamente più grande della norma (***fig. VI.II.14***). Le camere del piano terra, destinata al fiancheggiamento, sono infatti disposte intorno a un nucleo centrale di locali di servizio come magazzini di polvere e di munizioni, da sollevare probabilmente mediante un montacarichi, dal momento che sono visibili dei tagli rettangolari nelle volte in collegamento diretto con la galleria ricavata sotto l'avancorazza, al piano superiore. Le feritoie per il fiancheggiamento sembrano troppo grandi per essere destinate solo alla fucileria, si può supporre fossero destinate a cannoni di piccolo calibro. Ciascuna camera era dotata di una piccola apertura verso la chiave di volta destinata all'evacuazione dei fumi, a cui si aggiungevano due grandi camini di ventilazione sulla linea del saliente, uno di fronte alla torretta e l'altro al termine del corridoio di accesso alla caponiera.

Il livello superiore ospitava esclusivamente il pozzo della torretta e il corridoio retrostante, che sembra accessibile dal pendio del ramparo. La funzione di questo corridoio è rivelata dalla presenza di due massicci ganci ancorati alla volta e da un'apertura ovale ricavata nella volta della camera sottostante. Doveva, infatti, fornire lo spazio necessario per manovrare gli affusti e le canne dei cannoni da 15 cm (***fig. VI.II.15***), smontati, trasportati al livello superiore attraverso il varco ovale e sollevati sfruttando i ganci. Sia l'affusto che la canna andavano private durante il trasporto di tutte le componenti che si sarebbero potute perdere, per poi essere sollevate e condotte in posizione su carrelli che scorrevano su binari allestiti sul posto. L'inclinazione dei binari era regolata tramite martinetti e supporti in legno[297] ed erano fissati a un'apposita cerniera integrata nella sottostruttura della torretta.

Il pozzo della torretta era in muratura spessa 45 cm, il collarino in calcestruzzo di cemento, che si raccorda alla volta in muratura del corridoio retrostante mediante una struttura in putrelle di ferro tamponata da quelli che paiono fogli di lamiera, per agire da cassaforma. Il pozzo era circondato su tutto il perimetro da una massa coprente in terra spessa fino a 4 metri, dalla quale eventuale acqua piovana era raccolta in canaline e smaltita da pluviali ricavati all'interno dei muri perimetrali della caponiera, per essere scaricata nel fossato.

Le caponiere di spalla

Poco si può dire su queste caponiere, poiché l'unico disegno disponibile che le raffiguri è il piano generale in scala 1:1000. Quello che si può desumere da questo disegno è che era formata da quattro camere principali, di cui tre facenti parte della caponiera vera e propria e una ortogonale ad essa, sotto al ramparo, forse destinata al fiancheggiamento della caponiera. Solo le due camere estreme della caponiera presentano due affacci opposti sul fossato. L'armamento era verosimilmente formato da cannoni rotanti Hotchkiss.

La caponiera di gola

La sua organizzazione (***fig. VI.II.21-22***) era molto semplice: su ogni lato destinato al fiancheggiamento erano presenti due camere, ciascuna dotata di una feritoia per fucili e una postazione per un cannone rotante. Le due camere più esterne presentano, sul lato adiacente a quello per il fiancheggiamento ma sempre rivolto verso il fossato, delle semplici aperture analoghe a quelle della caserma. Al centro della caponiera è presente un'altra camera, dotata anch'essa di una semplice finestra.

Le batterie in barbetta

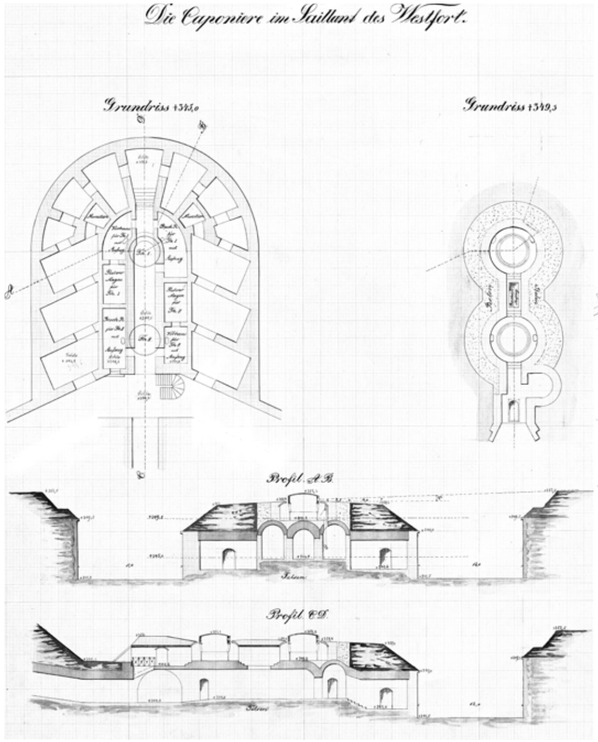
Come da prassi, il parco di artiglieria del forte era disposto sul ramparo e protetto da ripari-traverse coperte da un massiccio di terra. Le traverse dei fianchi sono strette e allungate, accessibili dai lati, quelle del fronte sono più allargate e accessibili frontalmente. La più grande è quella posizionata sul saliente, che si estende in lunghezza fino a tagliare a metà la via del ramparo, che la attraversa trasversalmente. Le batterie in barbetta sono in posizione sopraelevata e accessibili da rampe di terra. Al centro di ciascun fronte e fianco è probabile fosse presente una rotaia semicircolare per un singolo cannone su affusto costiero da 15 cm. Le posizioni di queste rotaie combaciano con quelle pianificate in un progetto del 1877[298] per la costruzione di undici postazioni per cannoni di questo tipo e, dal momento che sulla pianta del 1872 sembrano un aggiunta a matita, è probabile che sia semplicemente stata aggiornata in seguito.

Il fossato

Largo 14 metri e scavato nella roccia, presentava una configurazione classica, con muro di scarpa alto 6 metri - senza apparentemente alcun tratto distaccato con funzione difensiva - e controscarpa alta 7 metri[299]. Non si hanno informazioni dettagliate sulla loro natura, tuttavia quanto visibile oggi lascia supporre che si trattasse di un semplice muro di rivestimento senza archi di scarico né muretti controterra, probabilmente in virtù della natura rocciosa del suolo. Dal muro di controscarpa, corrispondente alla caponiera di fiancheggiamento sinistra, si originava una galleria che per raggiungere una batteria in barbetta sul pendio del Mont Sain Quentin.

296 *Fort Manstein, Saillant-Caponiére, Profil ab*, GStA, XI. HA, FPK, E, Nr. 71290
297 *Entwurf einer Instruktion uber das Armiren und Desarmiren eines Panzerdrehturmes mit 15 cm Ringrohren C/72 nebft zugenhorigen Minimalscharten-Lafetten*, BaMa PH 2/1467

298 *Veste Friedrich Carl. Uebersichtsplan für den Bau von 11 Geschütz-ständen für 11 lange 15 cm Ringkanonen in Küstenlaffeten*, GStA, XI. HA, FPK, G, Nr. 70545
299 *Notice sur les ouvrages de fortifications nouvellement contruits à l'étranger. Allemagne, Metz*, SHD 1 VM 317



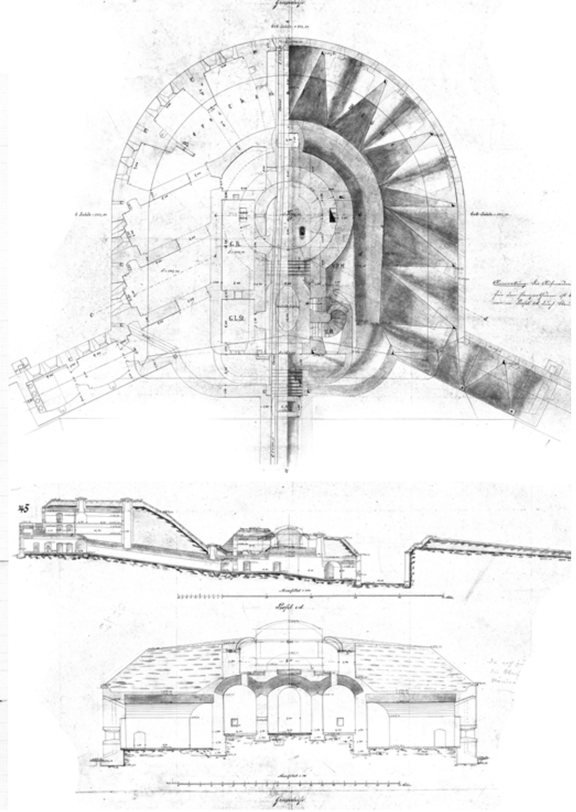


Figura VI.II.13 *// Prima versione della caponiera per due torrette - Da GStA XI. HA, FPK, E, Nr. 71165*

Figura VI.II.14 *// Caponiera del saliente - Da GStA XI. HA, FPK, E, Nr. 71290*

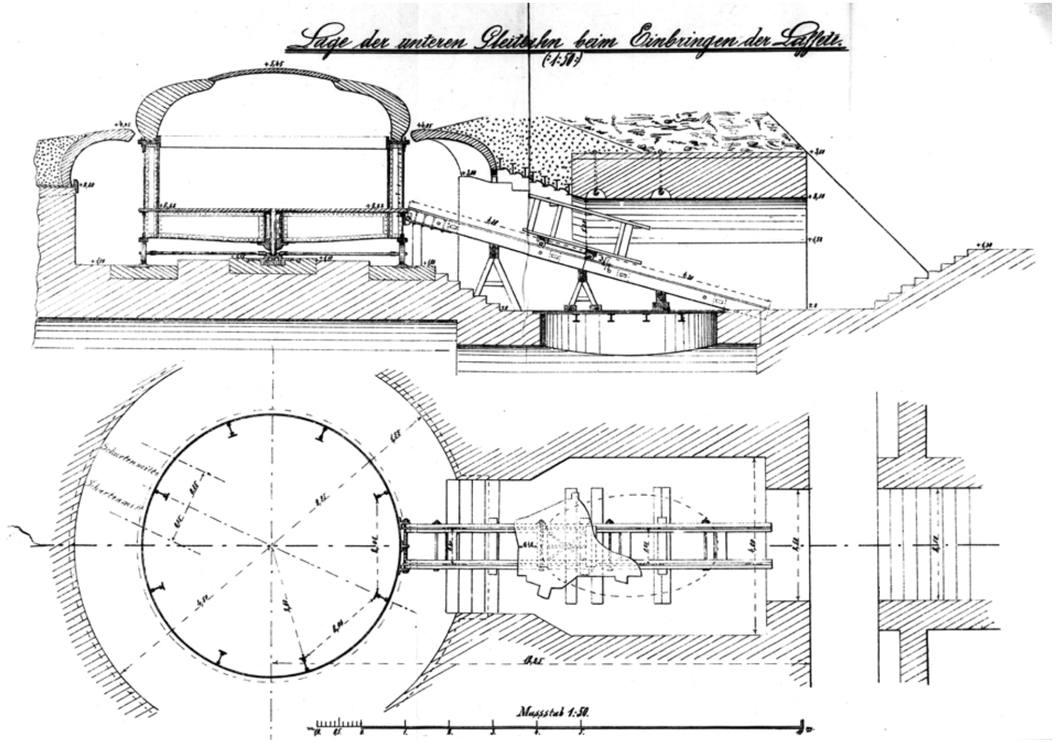


Figura VI.II.15 *// Trasporto degli affusti all'interno di una torretta - Da BaMa PH 2/1467*

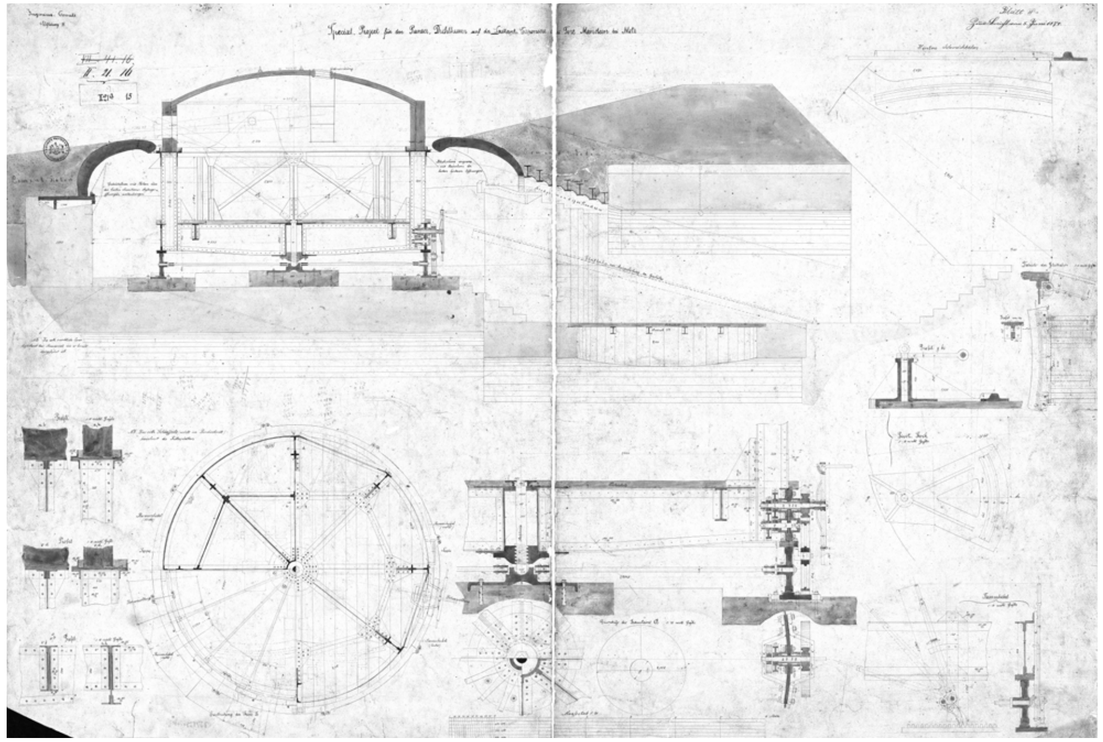


Figura VI.II.16 *// Primo progetto per la torretta della caponiera - Da GStA XI, HA, FPK, B, Nr. 70011*

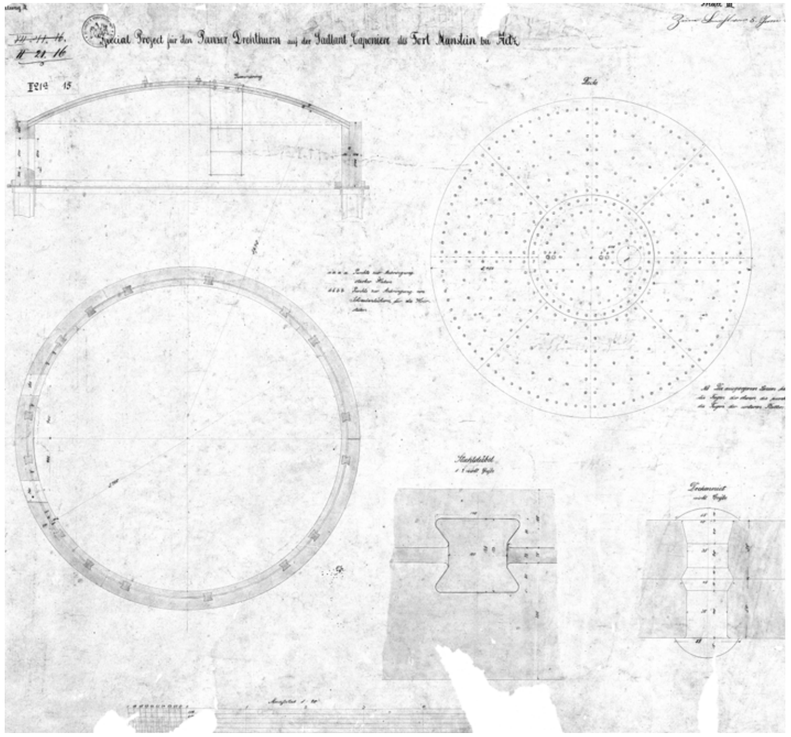


Figura VI.II.17 *// Assemblaggio degli elementi metallici per la torretta - Da GStA XI, HA, FPK, E, Nr. 71292*

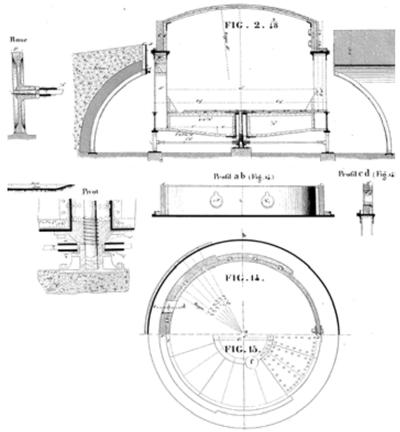


Figura VI.II.18 *// Torretta di Tegel - Da Brialmont, 1871*

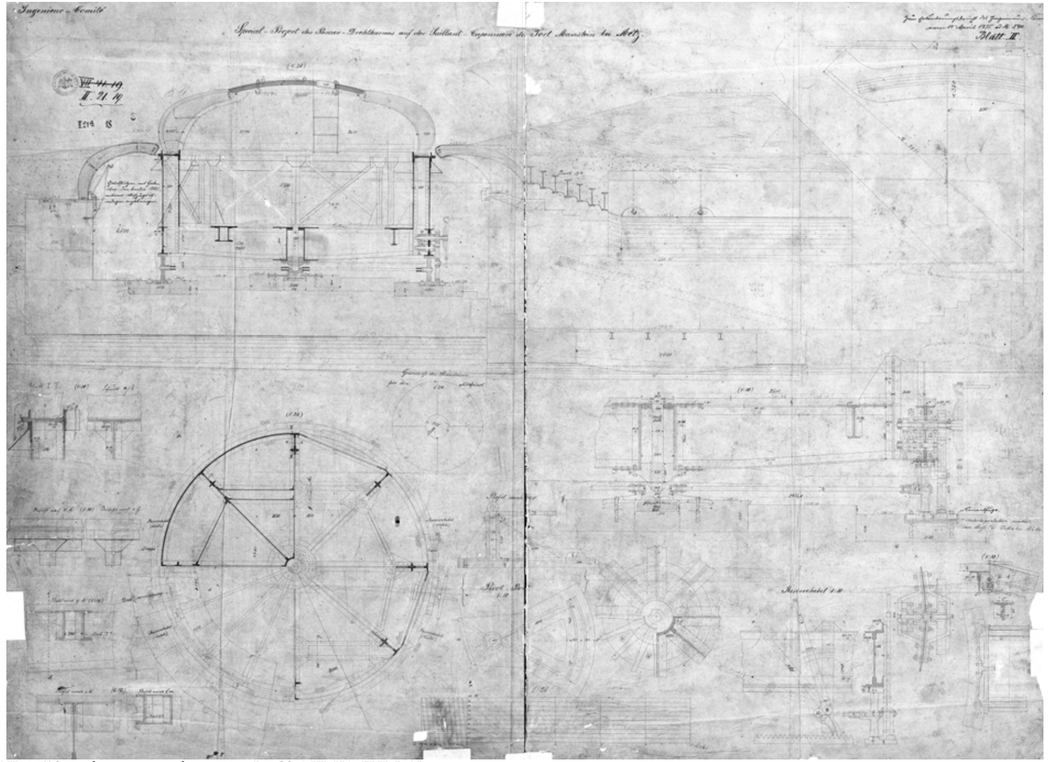


Figura VI.II.19 *// Secondo progetto per la torretta - Da GStA XI. HA, FPK, B, Nr. 70110*



Figura VI.II.20 *// Torretta analoga ancora oggi presente a Fort Kameke - Foto di Joseph Silesi*



Figura VI.II.21 *// Sottostruttura in carpenteria metallica - Foto di Joseph Silesi*



Figura VI.II.22 *// Caponiera di gola - Foto dell'autore*



Figura VI.II.23 *// Interno di una camera della caponiera di gola - Foto dell'autore*

VI.II.I. Le trasformazioni del forte dopo la crisi della granata-torpedine

A partire dal 1887 il forte subì importanti rimaneggiamenti per essere adeguato alle nuove minacce del tempo, primo fra tutti l'adozione del carapace in calcestruzzo su cuscinetto in sabbia. Purtroppo non sembra essere disponibile alcuna fonte che raffiguri esplicitamente i rinforzi da effettuare, ma è possibile dedurlo da una serie di altri documenti: la pianta per l'installazione della rete di allarmi elettrici nel forte del 1894[300] (***fig. VI.II.78***), il rilievo francese degli anni Trenta[301] (***fig. VI.II.81***) e i disegni del *Petit atlas des forts, Groupe Fortifié St. Quentin* (***fig. VI.II.79-80***) - precedentemente disponibili negli archivi di Metz e poi trasferiti a Vincennes, dove la collocazione rimane oggi ignota -.

Si evince immediatamente la scomparsa delle caponiere, eccetto quella di gola, e in particolare quella del saliente con la relativa torretta Gruson: si tratta uno dei rari casi in cui la modernizzazione comportò la rimozione di una torretta corazzata, probabilmente per il ruolo di osservazione che il forte andò ad assumere. Rolf scrive che dai resti sul luogo sarebbe possibile dedurre che la torretta non potesse più girare ancora prima di essere rimossa, e che fu inglobata in un terrapieno e dotata di una corazza orizzontale in ghisa, suggerendo un utilizzo come casamatta fissa[302]. Dalle fotografie riportate nel volume è evidente che lo stato della vegetazione fosse molto diverso negli anni della pubblicazione, e le condizioni attuali hanno impedito di verificare quest'affermazione. Potrebbe, tuttavia, giustificare la rimozione, rispetto al mantenimento di entrambe le torrette nel vicino Fort Kameke.

Il carapace per le caserme

Tutte le caserme del forte furono rinforzate con un carapace in calcestruzzo (***fig. VI.II.23-26***). L'esecuzione segue con ogni probabilità le prescrizioni del documento sulla costruzione muraria del 1887 [303] (***fig. V.III.5***). Secondo le indicazioni, il carapace sarebbe in calcestruzzo con uno spessore di 1,2 metri, come previsto per gli edifici più importanti, poggiante su un cuscinetto in sabbia spesso 1 metro. Le indicazioni prescrivono l'impiego di pietrisco di granito come inerte o in alternativa un altro tipo di roccia della stessa qualità. Alcuni detriti di calcestruzzo rinvenuti nella corte - la cui provenienza, tuttavia, è ignota - hanno permesso di esaminarne da vicino la composizione. Gli inerti si presentano in forma di pietrisco arrotondato di diversa natura ed è possibile che vi siano alcuni di tipo granitico, tuttavia è da evidenziare anche la forte presenza di quelli che sembrano ciottoli di fiume non riconducibili al granito.

I bordi erano rinforzati da un cordolo in blocchi di granito spessi 80 cm dallo spigolo superiore arrotondato. Avevano una profondità alternata di 80 cm e 1 metro, probabilmente per ammorsarsi al getto di calcestruzzo, ed erano connessi l'uno all'altro da un perno in ferro lungo 20 cm. Ogni 3 metri, nella giunzione tra due blocchi, il perno era inserito attraverso la testa a occhiello di un'asta lunga 2,5 metri disposta orizzontalmente verso il carapace, a cui si aggrappava saldamente grazie a un altro perno verticale, lungo 50 cm, infilato in un occhiello all'estremità opposta. Per il deflusso dell'acqua piovana è probabile che il carapace avesse una leggera pendenza del 5%, scaricando in apposite canaline ricavate nella muratura. Il carapace scaricava a terra su un muro spesso 1 metro, al quale era raccordato da una sorta d'imposta probabilmente realizzata in mattoni. Non disponendo di disegni del rinforzo delle caserme, è possibile fare questa ipotesi osservando il progetto per la batteria corazzata della Chêne Ouest[304] (***fig. VI.II.61***), identica a quella del Feste Friedrich Karl che si vedrà più in seguito, in cui i piedritti sono in pietra di Jaumont mentre le volte - e gli archi di volta su cui si innesta il carapace - sono in laterizio. L'intercapedine tra il muro interno della caserma e quello esterno del carapace era riempito di sabbia e forma il *Sandkorridor*[305], la cui fondazione doveva essere a una profondità tale per cui una granata impattante con un angolo di 60° non potesse raggiungervi il limite inferiore, scoppiandovi al di sotto con effetti catastrofici. Per motivi non chiari, questo corridoio avvolge interamente la caserma del ramparo, e dal rilievo francese - lo spazio è oggi inaccessibile - sembra che l'originale corridoio distributivo della caserma per ufficiali sia stata convertita in un *sandkorridor*, tuttavia nella caserma di gola, in particolare sull'ala sinistra, si estende solo fino a metà della sua lunghezza, mentre copre per interno l'ala destra.

Lo strato di calcestruzzo era quasi certamente rivestito di catrame per proteggerlo dall'infiltrazione dell'acqua piovana, come mostrano alcune tracce ancora visibili sulla copertura della caserma del ramparo. Un altro elemento peculiare che vi si ritrova è l'impiego di due blocchi di granito nella porzione centrale del cordolo, speculari, sagomati a formare una canalina per il deflusso dell'acqua. Il carapace era infatti coperto da uno strato di terra, ma non in questo tratto della via del ramparo, dove era ed è ancora oggi scoperto, per consentire l'accesso alla traversa del saliente.

La protezione delle aperture contro le schegge

Il legno dei portoni originali delle traverse e dell'ingresso dovette essere sostituito in quanto inadatto a proteggere dalle schegge delle granate. Le prescrizioni del 1886[306] suggeriscono l'uso di due piastre in acciaio spesse 15 mm da porre in successione e l'indicazione sembra coerente con quanto riscontrato sul sito, in particolare nei portoni delle traverse del fianco sud. Il portone che segue il ponte levatoio (***fig. VI.II.28***) è formato da una sola piastra, ma la scelta potrebbe essere giustifi-

300 *Veste Friedrich Carl, Armierungsplan*, GStA, XI. HA, FPK, G, Nr. 70553
301 *Terrain Militaire: Fort Saint Quentin, Plan pour les ouvrages au rez-de-chaussée*, Archives Municipales de Metz, 9Fi1531
302 R. Rolf, 1991, p. 127
303 *Entwurf über die Vorschrift für den Mauerbau*, BaMa, PH 2/1329
304 *Bau-Entwurf für die Herstellung einer Panzer-Batterie für 2 kurze 21 cm Kanonen auf dem Höhenrücken bei le Chêne*, GStA, XI. HA, FPK, A, Nr. 70991
305 Previsto ogni qual volta il muro da proteggere sia spesso meno di 1 metro.
306 *Anleitung für die Sicherung der Fenster und der Ein- und Ausgänge gegen Sprengstücke schwerer Mörsergranaten*, BaMa, PH 2/1344

FESTE PRINZ FRIEDRICH KARL - 1914



Legenda

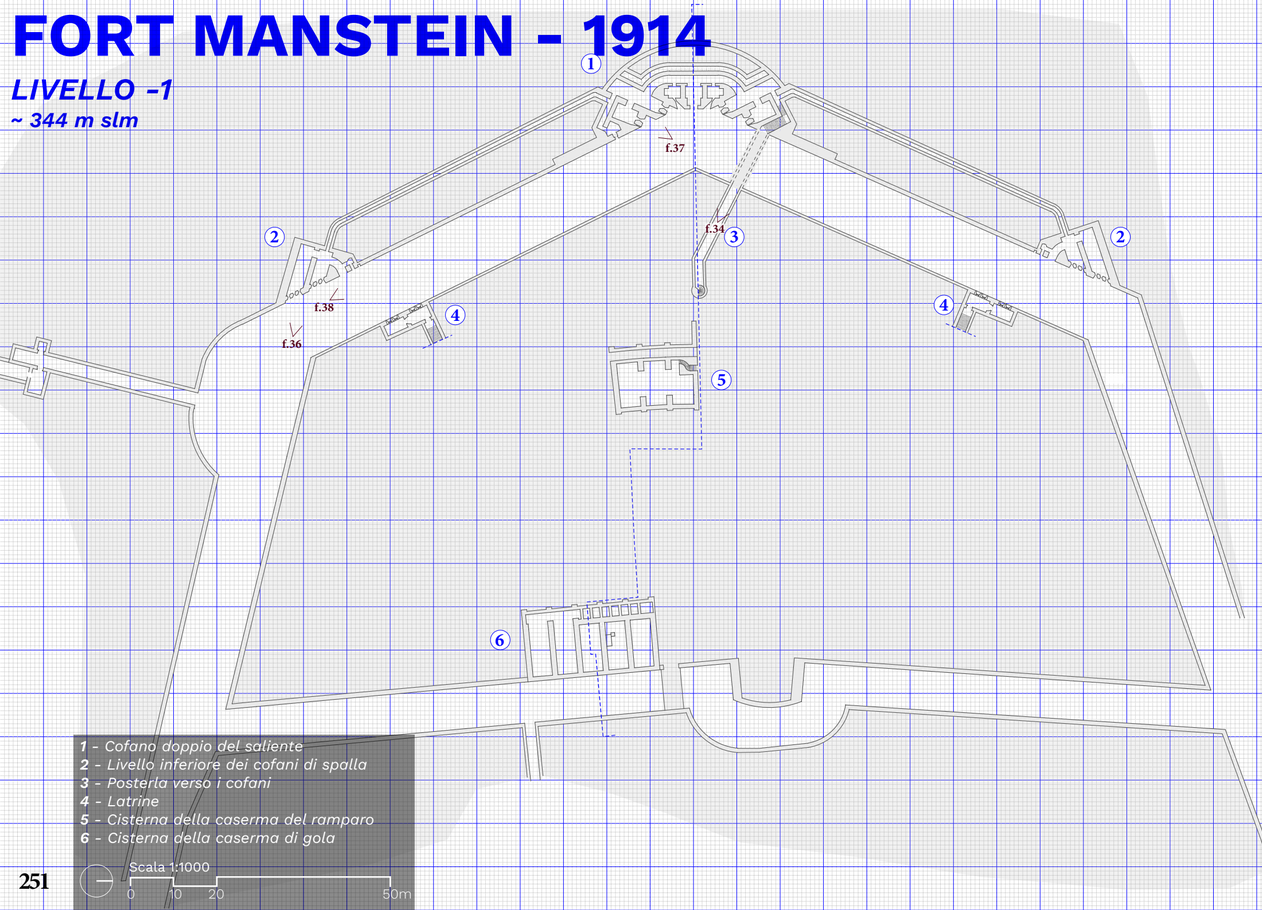
1 - Fort Manstein
2 - Laboratorio di confenzionamento munizioni
3 - Caserma centrale
4 - Polveriera per l'artiglieria in barbetta del Feste
5 - Fort Diou
6 - Traversa-deposito
7 - Riparo per artiglieria
8 - Riparo per fanteria
9 - Batteria corazzata
10 - Caponiera

Scala 1:2500

FORT MANSTEIN - 1914

LIVELLO -1

~ 344 m slm

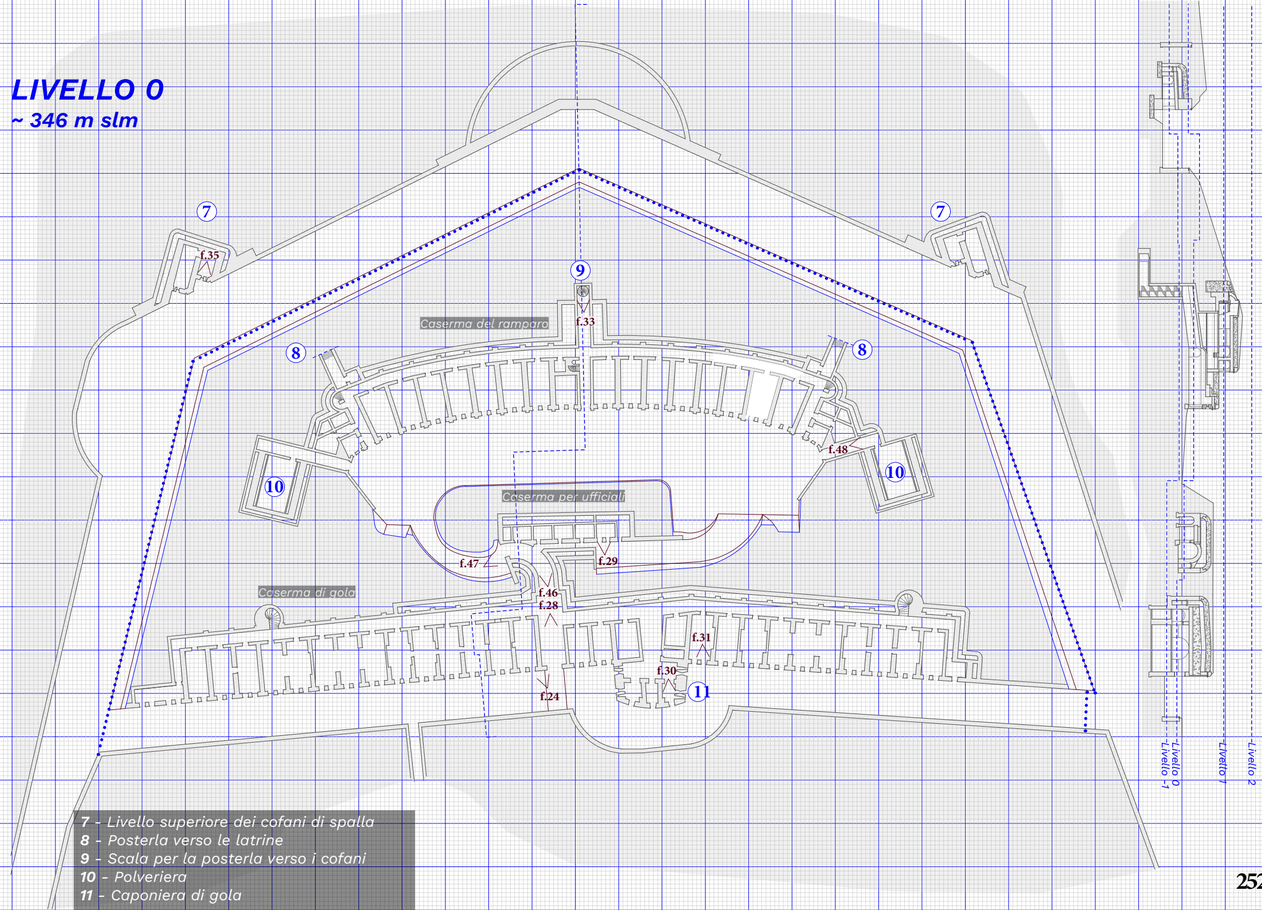


1 - Cofano doppio del saliente
2 - Livello inferiore dei cofani di spalla
3 - Posterla verso i cofani
4 - Latrine
5 - Cisterna della caserma del ramparo
6 - Cisterna della caserma di gola

Scala 1:1000
0 10 20 50m

LIVELLO 0

~ 346 m slm

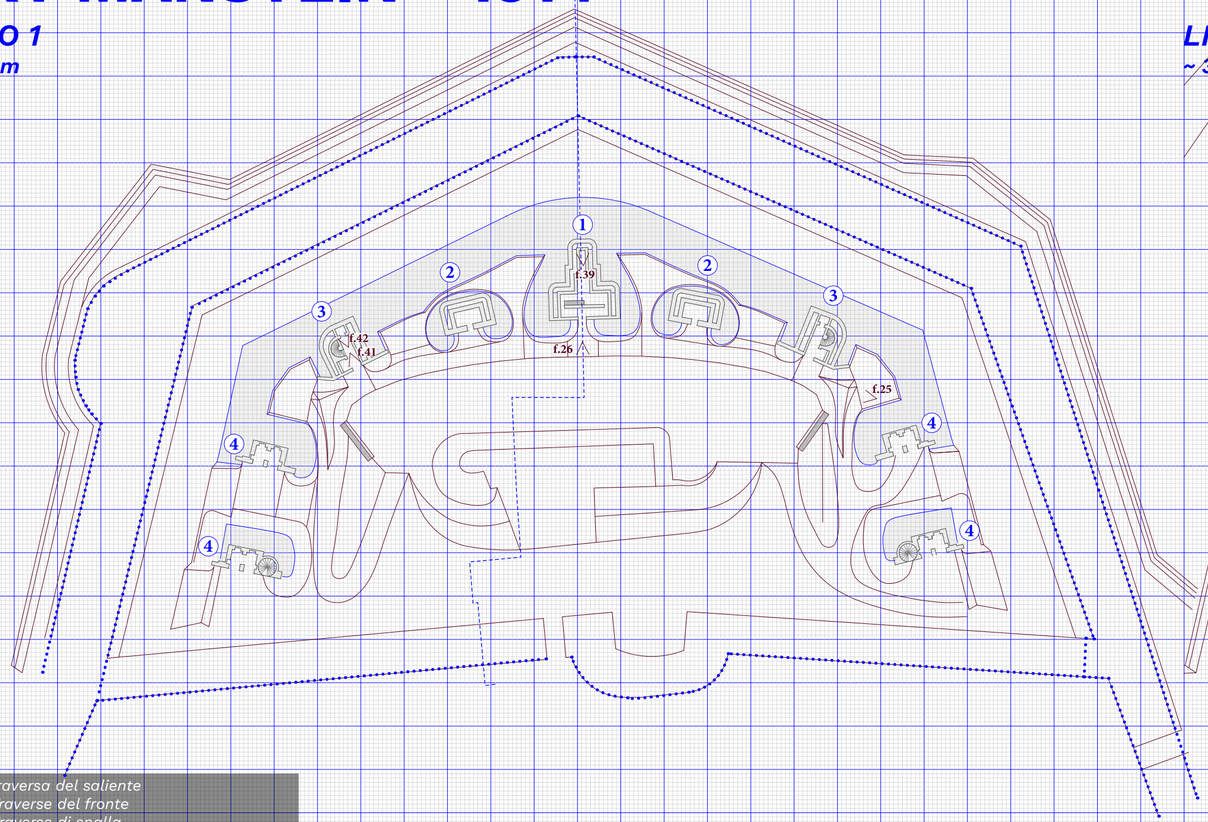


7 - Livello superiore dei cofani di spalla
8 - Posterla verso le latrine
9 - Scala per la posterla verso i cofani
10 - Polveriera
11 - Caponiera di gola

FORT MANSTEIN - 1914

LIVELLO 1

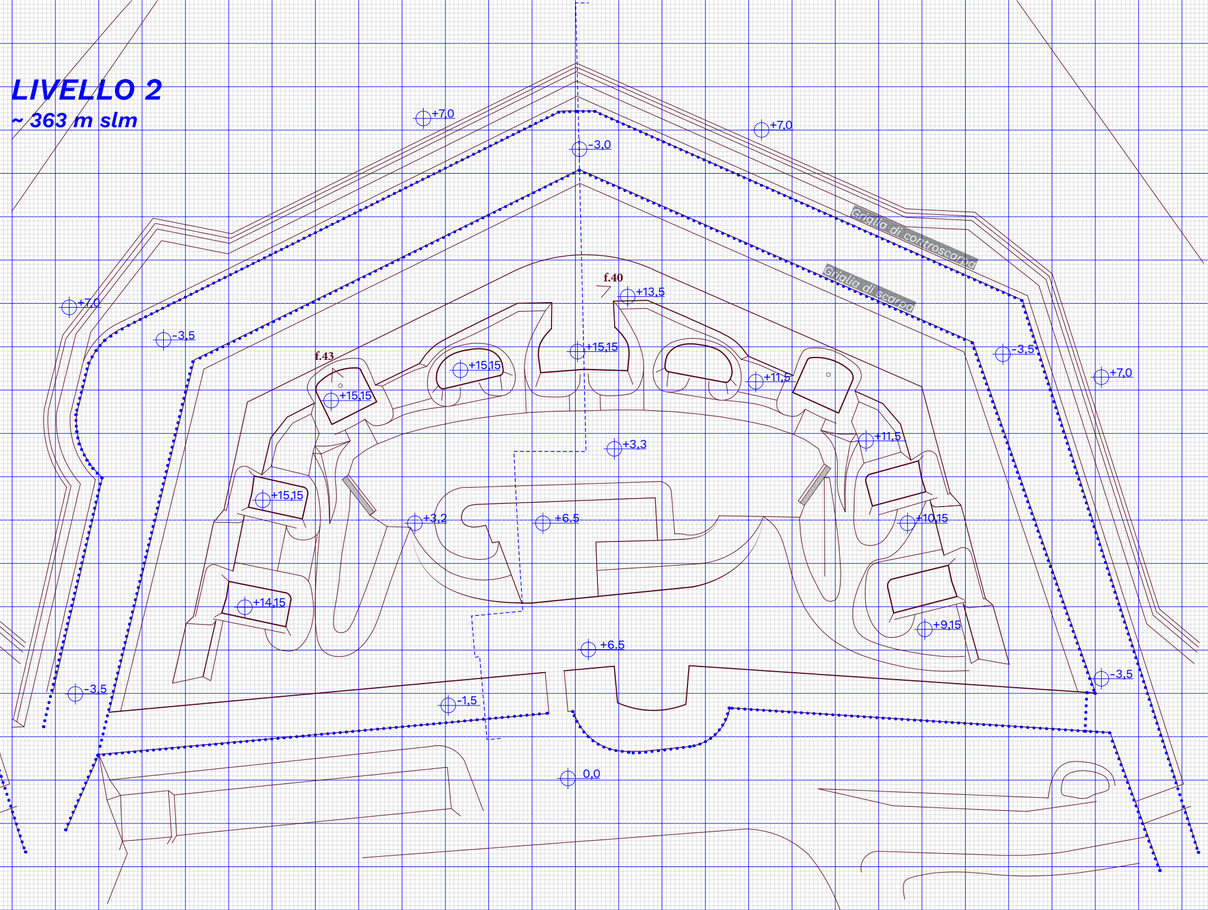
~ 357 m slm



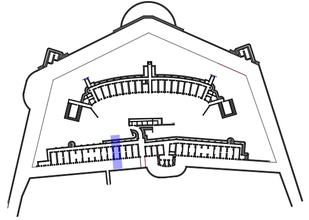
1 - Traversa del saliente
2 - Traverse del fronte
3 - Traverse di spalla
4 - Traverse del fianco

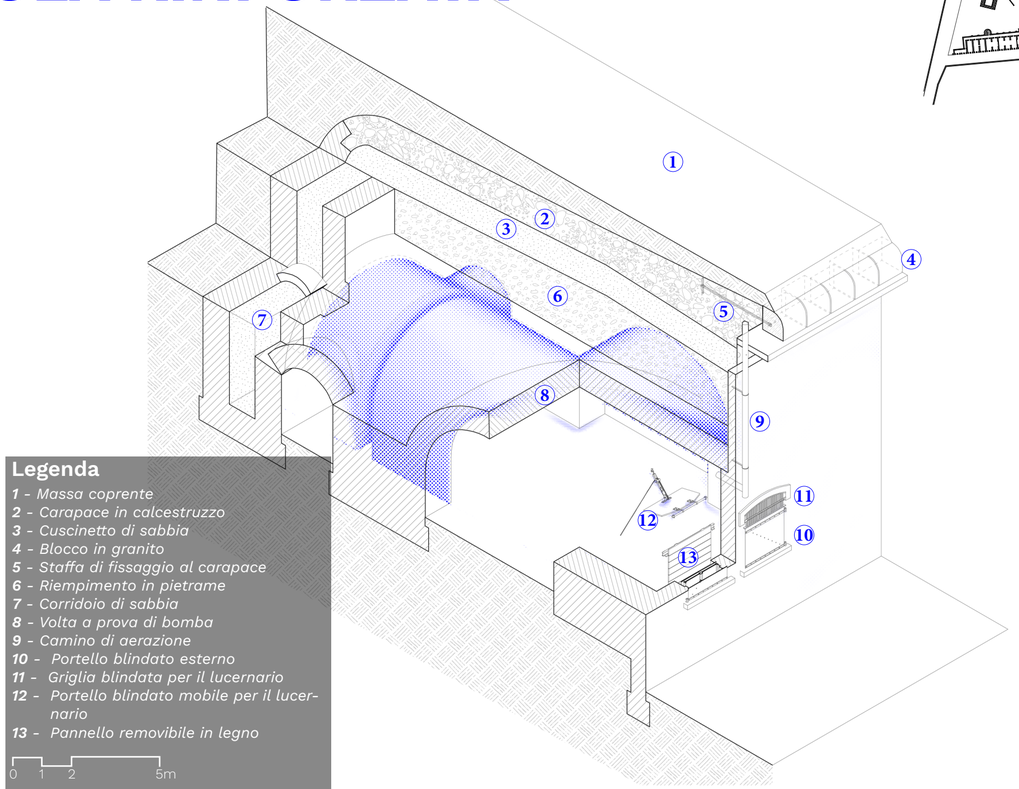
LIVELLO 2

~ 363 m slm



MODULO CASERMA DI GOLA RINFORZATA





Legenda

1 - Massa coprente
2 - Carapace in calcestruzzo
3 - Cuscinetto di sabbia
4 - Blocco in granito
5 - Staffa di fissaggio al carapace
6 - Riempimento in pietrame
7 - Corridoio di sabbia
8 - Volta a prova di bomba
9 - Camino di aerazione
10 - Portello blindato esterno
11 - Griglia blindata per il lucernario
12 - Portello blindato mobile per il lucernario
13 - Pannello removibile in legno

0 1 2 5m



Figura VI.II.24 *// Cordolo in granito del carapace sulla caserma di gola - Foto dell'autore*

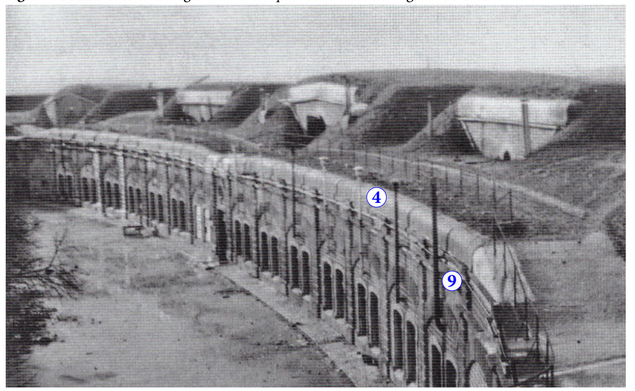


Figura VI.II.25 *// Cordoli in granito della caserma del ramparo e delle traverse - Da USS Bombing Survey*



Figura VI.II.26 *// Blocchi sagomati per la raccolta dell'acqua - Foto dell'autore*



Figura VI.II.27 *// Cordolo del carapace in un riparo dell'altopiano - Foto dell'autore*

cata sia dalla presenza di un primo portone esterno, oggi non più presente, e dalla possibilità, all'occorrenza, di sollevare il ponte levatoio, che sarebbe stato in grado di fornire protezione aggiuntiva.

Nel 1887 vennero emanate le indicazioni per la protezione delle finestre contro il bombardamento dei mortai pesanti[307] e di cui alcune furono seguite nel rinforzo di Fort Manstein.

Le finestre della caserma di gola erano dotate, all'esterno, di un ampio portello metallico (***fig. VI.II.3,29***), il cui spessore si aggirava probabilmente intorno ai 5 mm e munito di una piccola feritoia per un solo fucile. Il portello si estendeva fin sotto al lucernario, per il quale si sono individuate in situ due soluzioni: esternamente al serramento era possibile disporre una semplice inferriata che si estende per l'intera superficie dell'apertura, soluzione che sembra essere stata adottata per le finestre alli ali estreme della caserma di gola[308]; oppure, era possibile coprire solo il lucernario vero e proprio con una grata massiccia (***fig. VI.II.29***) con probabile funzione di protezione anti-scheggia, essendo formata da aste col diametro di 2-3 cm disposte al minimo interasse tale da consentire il passaggio dell'aria. Questa soluzione si riscontra nella caserma per ufficiali e nelle finestre della caponiera di gola.

Il lucernario era chiuso, all'interno, da un battente in acciaio spesso 3 cm (***fig. VI.II.31-32***), fissato a una cerniera orizzontale sopra alla finestra e in grado di essere aperto e chiuso senza dover rimuovere le altre protezioni, per consentire la ventilazione temporanea della camerata. La manovra del battente avveniva tramite una catena passante per una puleggia montata sulla volta. Dietro al serramento in legno, uno scudo pieghevole (***fig. VI.II.32***), anch'esso in acciaio spesso 5 mm, era montato su due cerniere disposte in modo tale che, a scudo chiuso, fosse comunque possibile aprire i battenti della finestra. Dei massicci supporti metallici (***fig. VI.II.30***) sono poi fissati alla superficie interna del muro ma la loro funzione non è chiara. Sarebbe infatti prescritto l'inserimento di bulloni con testa a occhiello in cui infilare una staffa a entrambi i lati della finestra, così da potervi inserire assi di legno spesse 4 cm per trattenere dei sacchi di sabbia. Questa soluzione si riscontra effettivamente a Fort Kameke e Fort Prinz August von Württemberg, ma non qui. Le prescrizioni sembrano considerare anche l'uso di pannelli di legno preassemblati, al posto di assi singole, da appoggiare sul davanzale - se sufficientemente largo - e trattenere superiormente con una trave a doppia T. Questa configurazione è esplicitamente la sfavorita, in quanto più complessa e costosa, ma sembra compatibile con quanto si può osservare oggi nelle finestre di Fort Manstein, dove i due supporti inferiori consentirebbero di appoggiare il pannello di legno e quelli superiori l'asse o la trave necessaria per trattenerlo in posizione, ma assolutamente non delle tavole singole.

307 *Anleitung zur Sicherung der Fenster gegen die Splitterwirkung schwerer Mörsergranaten*, BaMa, PH 2/1332

308 Nella maggior parte dei casi l'inferriata non è più presente, tuttavia i fori nella muratura combaciano perfettamente con il passo delle aste delle inferriate visibili.

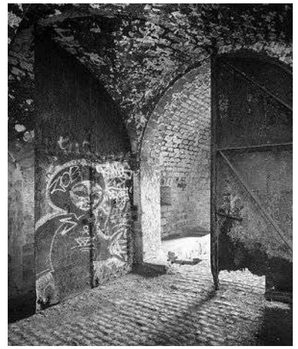


Figura VI.II.28 *// Porta blindata d'ingresso - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.II.29 *// Protezione di una finestra della caserma ufficiali - Foto dell'autore*



Figura VI.II.30 *// Supporti per i pannelli in legno - Foto dell'autore*



Figura VI.II.31 *// Blocco mobile per il lucernario - Foto dell'autore*



Figura VI.II.32 *// Configurazione interna completa a Fort Kameke - Foto di Joseph Silesi*

I cofani di controscarpa

La rimozione delle caponiere fu accompagnata dall'inserimento di un cofano doppio sul saliente e di cofani semplici su due livelli sulle spalle, raggiungibili mediante una galleria sotto al fossato (***fig. VI.II.33-34***) a cui si accede da una scala a chiocciola al termine di un tratto del corridoio, poi tamponato, che originariamente conduceva alla caponiera del saliente; i cofani erano reciprocamente collegati da gallerie nel controscarpa.

Quelli delle spalle presentano (***fig. VI.II.36***), al livello inferiore, due camere con tre feritoie ciascuna per tiro di fucileria e una terza stanza per l'accesso al fossato, dal quale è separato da un piccolo fossato più profondo detto diamante. Al livello superiore si ritrovano, invece, due camere (***fig. VI.II.35***), ciascuna dotata di una cannoniera per un pezzo rotante da 3,7 cm, una piccola feritoia la direzione del tiro, e una nicchia destinata a contenere le munizioni per il cannone leggero. La configurazione della sala aderisce quasi perfettamente all'istruzione del 1889[309]. La forma peculiare delle camere, il cui muro esterno non è parallelo a quello del controscarpa, ma ortogonale alla linea mediana del fossato, è dovuta alla necessità di evitare costruzioni irregolari con angoli che renderebbero difficile l'inserimento dell'affusto per il cannone. Lo spessore prescritto per il muro esterno doveva essere di 1,68 metri, e sembra essere formato da uno strato esterno in mattoni e da uno interno in pietra, nonostante le feritoie siano interamente in blocchi di pietra accuratamente sagomati. La cannoniera, larga 35 cm per consentire un arco di tiro sufficiente a battere il fossato per tutta la sua larghezza, era sigillata da una piastra in ferro spessa 3 cm, alla cui estremità superiore era fissata una catena che passava per due carrucole e terminava all'estremità opposta in un contrappeso. Abbassando il contrappeso e ancorandolo, presumibilmente mediante catene, a due ganci. Lo spazio in cui doveva scorrere la piastra proseguiva sotto alla cannoniera per una profondità pari all'altezza della piastra stessa, in modo che un malfunzionamento nel contrappeso o la rottura della catena non potesse compromettere l'azione del cannone; era inoltre rivestito lateralmente con due profili a C avvitati nella muratura, probabilmente per proteggerla dall'usura e contenere l'attrito. Anche la feritoia di osservazione, le cui dimensioni non dovevano superare gli 8-14 cm, era chiusa posteriormente da una portello in ferro incernierato sul lato. Dei ganci inseriti nella volta permettevano di trasportare i cannoni in posizione. I disegni riportati nelle indicazioni del 1889 riportano anche la presenza di un'ulteriore lamina metallica interna, probabilmente con funzione antischeggia, da imbullonare alla muratura, tuttavia attualmente non c'è traccia né della piastra né dei fori per i bulloni ed è dunque probabile che non furono mai installate a Fort Manstein. Il cannone era montato su un affusto speciale da fortificazione, composto da un perno verticale inserito all'interno di una piastra metallica imbullonata al muro frontale. Qui, sopra la cannoniera, un'apertura di 15 cm consentiva la ventilazione ed è presente talvolta un secondo condotto, probabilmente per l'evacuazione dei fumi, collegato a un camino comune per le camere superiori e inferiori.

Il cofano centrale ha un'organizzazione più semplice, con due camere per lato (***fig. VI.II.37***) con la stessa configurazione e armamento di quelli di spalla. Si aggiungono, però, tre camere intermedie, di cui quella centrale con una porta per l'accesso al fossato e quelle laterali con una singola feritoia, probabilmente per un fucile, destinata al fiancheggiamento dell'accesso.

Le traverse

Solo la traversa del saliente e le due adiacenti furono indubbiamente modificate e rinforzate. La prima (***fig. VI.II.39-40***), in particolare, vide la demolizione dell'intera porzione oltre la galleria per la via del ramparo e, in direzione opposta, l'estensione per accomodare l'osservatorio corazzato in ghisa descritto nel capitolo V.III.II. Anche la traversa di spalla a sud fu trasformata in un osservatorio, con l'aggiunta di una *Infanterie-Wachtturm* (***fig. VI.II.41-43***) in acciaio, probabilmente diversi anni dopo trattandosi di un modello successivo. Non è certo, ma è possibile che anche la traversa di spalla o del fianco nord ne abbia ricevuta una. Un'immagine è reperibile online[310], senza che ne sia indicata la posizione. La planimetria del 1894 riporta, in corrispondenza di questa traversa, un osservatorio corazzato, indicato anche come stazione di allarme, tuttavia la posizione non è oggi raggiungibile per via delle condizioni della vegetazione e non è stato possibile confermarlo. In ogni caso, sembra più probabile una sua collocazione sulla traversa di spalla nord. Le tre traverse centrali ricevettero certamente il rinforzo tradizionale in calcestruzzo con cordolo in granito, come chiaramente visibile in un'immagine negli archivi dello USS Bombing Survey (***fig. VI.II.24***). Meno chiara è la natura delle traverse di spalla. Facendo affidamento al disegno del 1894, l'unico a riportare anche, seppur approssimativamente, la sezione dei setti delle traverse, si evince che tutte quelle disposte sul fronte disponessero di corridoi di sabbia, il che lascerebbe supporre che anche quelle di spalla abbiano ricevuto un carapace in calcestruzzo. Dalla fotografia citata precedentemente, tuttavia, non sembra esserci alcun rinforzo di copertura, principalmente per la mancanza del cordolo in granito. L'attuale dimensione interna permette di scartare l'idea che il rinforzo sia avvenuto all'interno e non all'esterno, dal momento che la larghezza è rimasta quella della portone di accesso, uguale a quella del sottostante corridoio verso le latrine. Il rinforzo all'interno era sì contemplato, ma in modalità incompatibili con il caso in questione[311]. Un disegno del 1892[312] (***fig. VI.II.43***) per l'installazione di un osservatorio anti-schegge potrebbe dare una risposta al dilemma. Il disegno mostra una traversa quasi identica a quella in esame, della stessa larghezza della galleria al livello inferiore e circondata da un corridoio di

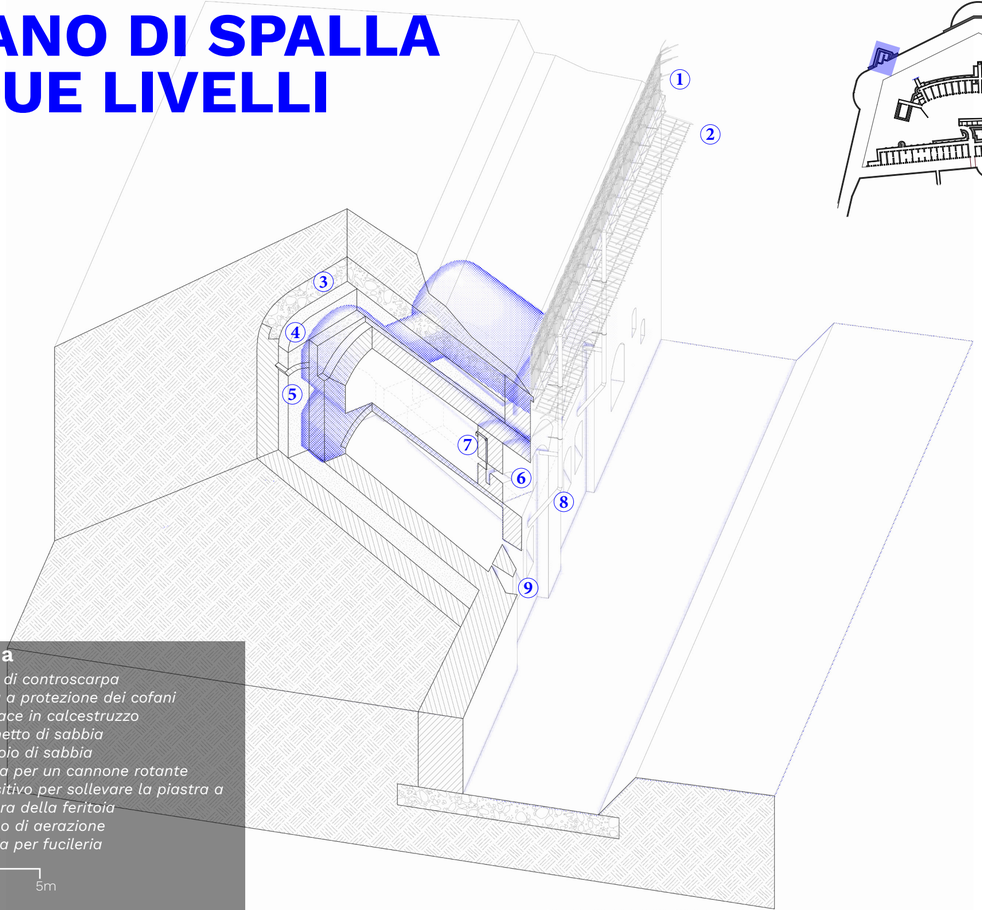
309 *Anleitung für die Herstellung der Stirnmauer in Reverskaponieren zur Verwendung für Revolverkanonen*, BaMa, PH 2/1326

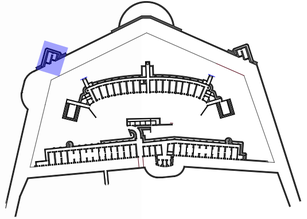
310 https://www.festungsbauten.de/D/Metz_FFK.htm, consultato in data 11/07/2026

311 *Anleitung für die Verstärkung von Hohlbauten älterer Art/Bauart bei der Armierung gegen Einzeltreffer der Granaten mittleren Kalibers*, BaMa, PH 2/1323

312 *Schematischer Entwurf für die Ausstattung eines Forts mit splittersicheren Beobachtungsständen*, BaMa, PH 2/1765

COFANO DI SPALLA SU DUE LIVELLI





Legenda

1 - Griglia di controscarpa
2 - Griglia a protezione dei cofani
3 - Carapace in calcestruzzo
4 - Cuscinetto di sabbia
5 - Corridoio di sabbia
6 - Feritoia per un cannone rotante
7 - Dispositivo per sollevare la piastra a chiusura della feritoia
8 - Camino di aerazione
9 - Feritoia per fucileria

0 1 2 5m



***Figura VI.II.33** // Scala di accesso alla posterla verso i cofani - Da Festungsbauten.de*



***Figura VI.II.34** // Posterla verso i cofani - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.35** // Interno di una camera di un cofano doppio armato da un cannone rotante e con feritoia di osservazione - Foto dell'autore*

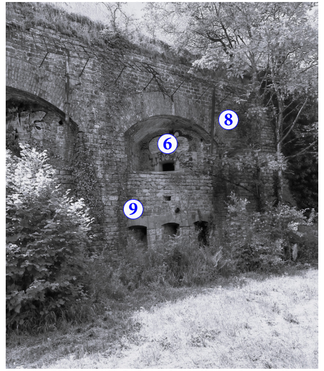


***Figura VI.II.36** // Cofano di spalla su due livelli - Foto dell'autore*

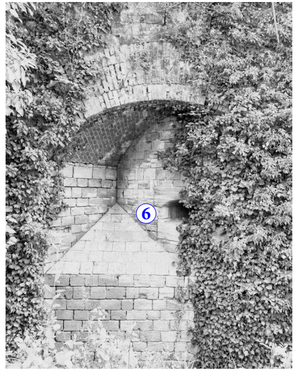
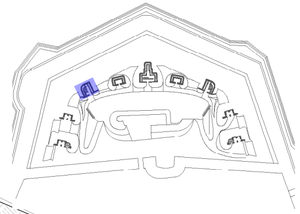


***Figura VI.II.37** // Feritoia del cofano doppio centrale - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.38** // Griglie di controscarpa e a protezione dei cofani - Foto dell'autore*

TRAVERSA DI SPALLA CON OSSERVATORIO





Legenda

1 - Wachtturm corazzata
2 - Collarino in calcestruzzo
3 - Sedile mobile dell'osservatore
4 - Volta a prova di bomba
5 - Locale con montacarichi per munizioni
6 - Corridoio di sabbia

0 1 2 5m



Figura VI.II.39 *// Interno dell'osservatorio - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.II.40 *// Osservatorio in ghisa della traversa centrale - Foto dell'autore*

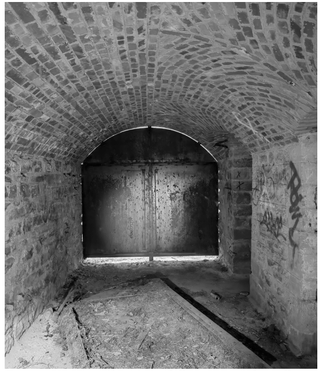


Figura VI.II.41 *// Interno della traversa di spalla sud - Foto dell'autore*



Figura VI.II.42 *// Estensione della traversa di spalla sud con il sedile per l'osservatorio - Foto dell'autore*



Figura VI.II.43 *// Wachtturm della traversa di spalla - Foto dell'autore*

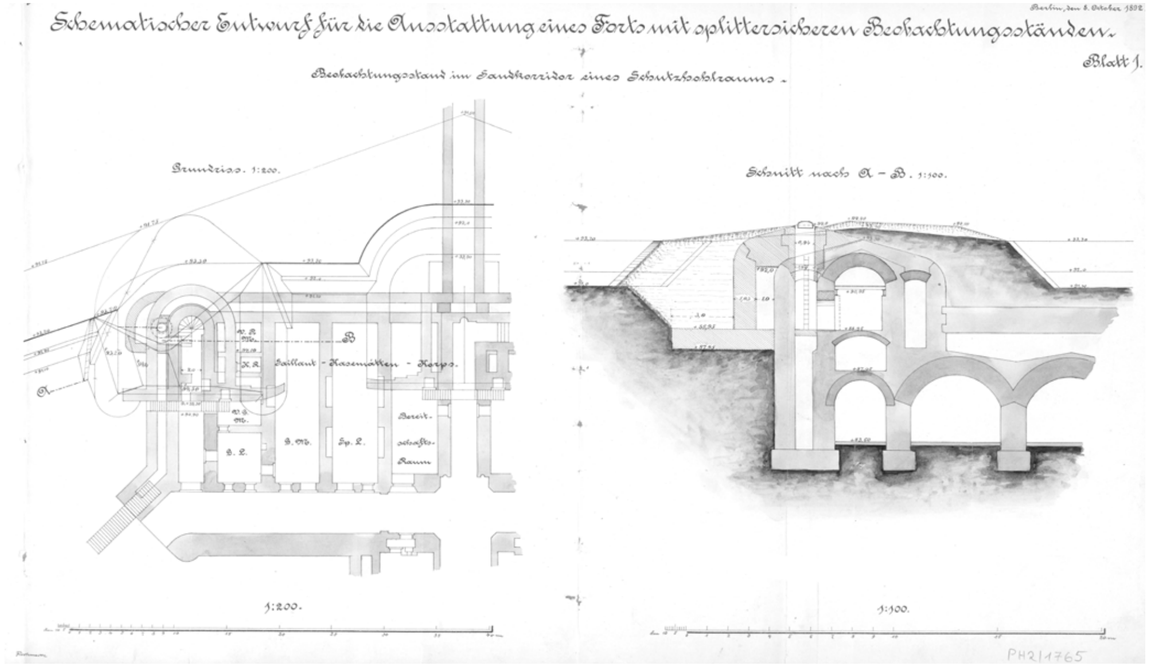


Figura VI.II.44 *// Progetto per l'aggiunta di un osservatorio a una traversa di spalla - Da BaMa, PH 2/1765*

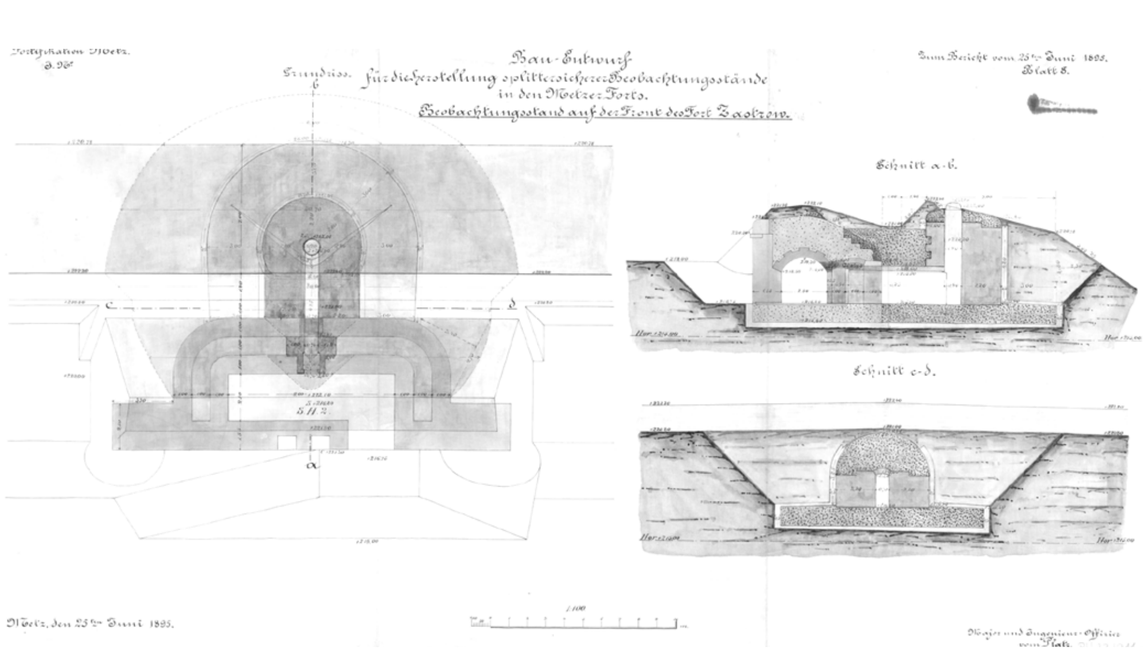


Figura VI.II.45 *// Progetto per l'aggiunta di un osservatorio a una traversa a Fort Zastrow- Da BaMa, PH 23/211*

sabbia. La sezione, però, sembra mostrare un rinforzo della volta, forse in calcestruzzo - non è indicato il materiale -, piuttosto sottile, meno della volta originale e che probabilmente doveva essere interamente celato dal rivestimento in terra. È possibile che la traversa sia stata rinforzata in questo modo e che la volta in cui è inserita la campana della garitta siano interamente in calcestruzzo, compatibilmente con quanto progettato per l'installazione di un osservatorio simile a Fort Zastrow[313] (***fig. VI.II.44***).

Il fossato

La costruzione dei cofani nel controscarpa fu accompagnata solo in parte dalla modifica del suo tracciato. Di norma, infatti, ne era prevista la rettifica, eliminando la deviazione precedentemente necessaria per circondare la caponiera di spalla, per renderlo ortogonale alla parete frontale del cofano di fiancheggiamento[314]. Qui, tuttavia, la rettificazione è avvenuta solo sulla spalla destra. La posterla che conduceva alla batteria sul terrazzamento del monte vide una modifica con l'aggiunta di un prolungamento che emergeva sulla terrazza in modo più defilato e l'annotazione *Früher Terrassenbatterie* nella pianta del 1894 lascia intendere che la batteria non fosse più presente. La distruzione di questa uscita nel 1944 da parte di una bomba ha permesso di leggere con molta chiarezza il rinforzo in calcestruzzo che venne posto sopra la sottile volta in mattoni. Si tratta, molto probabilmente, di un calcestruzzo completamente diverso da quello impiegato per i carapaci: molto magro, con una netta prevalenza di inerti di grossa granulometria e dai bordi grezzi e affilati - probabilmente scarti di taglio -.

I due fianchi del fossato vennero, inoltre, prolungati fino a coprire quasi l'intero gruppo fortificato, estendendosi a nord fino a Fort Diou e a fermandosi a sud a circa 200 metri di distanza dallo stesso.

Aggiunte all'impianto

Il miglioramento del forte non consistette soltanto in un adeguamento delle componenti già esistenti. Il passaggio dalla caserma di gola a quella per ufficiali, prima scoperto, venne protetto da una massiccia galleria (***fig. VI.II.46-47***) con una volta in mattoni a prova di bomba, con corridoi di sabbia e carapace in calcestruzzo.

La posterla che originariamente conduceva verso le caponiere di spalla (***fig. VI.II.48***) fu con ogni probabilità rinforzata con un nuovo solaio in calcestruzzo a sostituzione della volta in muratura, su un supporto in lamiera zincata.

Nuove installazioni vennero poste a difesa dell'accesso al forte, al termine della strada verso Plappeville: una galleria a prova di bomba (***fig. VI.II.49-50***), nel cui piedritto destro si aprono feritoie per fucili e protetta all'esterno da una caponiera, e, superata la nuova estensione del fossato, una seconda caponiera.

Griglie di scarpa e controscarpa furono poste sull'intero perimetro del forte

313 *Bau-Entwurffür die Herstellung splittersicherer Beobachtungsstände in den Metzer Forts. Beobachtungsstand auf der Front des Fort Zastrow*, BaMa PH 23/211
314 *Richtlinien für den Ersatz der Schulterkaponiere detachierter Forts durch Reverskaponiere*, BaMa, PH 2/1328

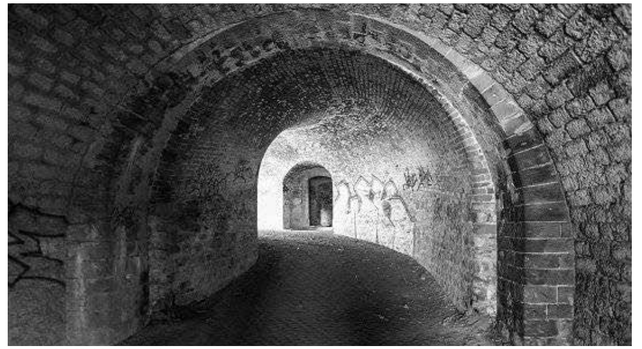


Figura VI.II.46 // *Galleria di collegamento verso la caserma ufficiali - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.II.47 // *Dettagli della galleria - Foto dell'autore*





Figura VI.II.48 // *Modifica della posterla verso la polveriera con lamiera zincata - Da Festungen.info*



Figura VI.II.49 // *Ingresso della galleria di accesso al Feste - Da Festungen.info*



***Figura VI.II.50** // Interno della galleria di accesso al Feste - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.51** // Caponiera posteriore alla galleria - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.52** // Caponiera di fiancheggiamento per l'estensione del fossato - Da Festungen.info*



***Figura VI.II.53** // Modifica alla posterla verso la batteria sul pendio sud - Foto dell'autore*

(***fig.V.III.6***), con l'aggiunta, al di sopra dei cofani, di un'ulteriore griglia (***fig. VI.II.38***), inclinata a 45° e rivolta verso il basso, probabilmente come ostacolo supplementare all'accesso al fossato e per deviare eventuali detriti, evitando che potessero accumularsi davanti alle bocche da fuoco.

Non è chiaro quando sia avvenuta questa modifica nell'impianto della caserma di gola, tuttavia si rileva come nella planimetria del 1894 l'ala nord presenta una camerata aggiuntiva rispetto a quanto previsto nel progetto del 1872.

VI.II.II. L'altopiano

La caserma centrale

Fin dal principio, una porzione consistente della guarnigione del raggruppamento fortificato doveva essere alloggiata in una immensa caserma a due piani situata al centro del colle, denominata *Plateau-Kaserne*[315] (***fig. VI.II.54-60***). Si tratta dell'unico edificio del complesso nel quale si riscontri qualche intento decorativo, principalmente nell'ingresso principale e nelle testate alle estremità, con torrette neogotiche, merlature e lucernario quadrilobato sopra ai portoni d'ingresso. Qui erano alloggiati sedici officiali, settecentoventicinque soldati e trentasei cavalli. La planimetria della caserma è estremamente semplice e ricalca quella della caserma di gola del forte, ovvero una successione di venti camerate servite da un solo corridoio, a cui si aggiungono tre vani scala - uno centrale e due laterali - per accedere al livello superiore. Le estremità di ciascun'ala ospitavano le latrine, le stalle e i depositi di foraggio. Mentre l'ala destra era, per il resto, interamente dedicata a camerate per la truppa e alle relative cucine, nell'ala sinistra trovavano posto anche le camere per gli ufficiali, con una cucina appositamente riservata, e un locale di guardia, a sinistra dell'ingresso centrale, con tre piccole celle di detenzione. Anche se non è indicata la destinazione delle camere del livello superiore, è molto probabile fossero unicamente destinati alla truppa. L'unico livello interrato era quello della grande cisterna d'acqua, formata da quattro camere sotto all'ingresso centrale.

Grandi condotti circolari, del diametro di 2 metri, erano disposti lungo i corridoi di distribuzione e attraversavano verticalmente tutti i livelli per consentirne la ventilazione. La caserma era a prova di bomba, con i muri di facciata spessi 75 cm, muri controterra spessi 60 cm, mentre i piedritti delle volte arrivavano a 1,45 metri, nei quali sono ricavate le canne fumarie per i camini delle camerate e dei condotti per lo scarico dell'acqua piovana. Le volte erano spesse mezzo mattone al livello inferiore e 95 cm a quello superiore.

Un disegno del 1876[316] allude a una presunta ricostruzione della caserma, anche se è molto più probabile si tratti di semplici modifiche all'impianto esistente, dal momento che sembra rimasta pressoché identica, con leggeri cambiamenti negli spessori di muri, e che una completa ricostruzione sarebbe stata inutilmente

315 *Entwurf zu der Plateau-Caserne auf Veste Friedrich Carl*, GStA, XI. HA, FPK, C, Nr. 70735
316 *Veste Friedrich Carl.Plateau Caserne nach der Reconstruction*, GStA, XI. HA, FPK, E, Nr. 71332

costosa. Tra i cambiamenti, lo spessore dei piedritti delle volte venne portato a 1,55 metri e l'ampiezza delle volte trasversali alle camere a formare le crociere sembra essere stato ridotta a soli 4 metri dai 5,9 originali. La modifica più rilevante è l'aggiunta di una nuova canalina nel corridoio del livello inferiore in cui confluivano gli scarichi dei pluviali all'interno della muratura, per convogliarla all'esterno. Per la sua realizzazione, il tamponamento interno delle camerate venne verosimilmente ridotto da 60 cm a 25. Dopo il 1887, poi, la caserma vide il rinforzo con carapace in calcestruzzo e corridoi di sabbia su tutto il perimetro, e la blindatura delle aperture nelle le stesse modalità descritte per il forte.

La batteria corazzata per due obici da 21 cm

Nel 1890 - anche qui indicato dall'epigrafe in facciata - venne conclusa la batteria corazzata sperimentale per due obici da 21 cm sull'altopiano (***fig. VI.II.62-65***), tra il forte e la caserma centrale, quasi analoga a quella presso Chêne (***fig. VI.II.61***) - di cui è fortunatamente giunta una copia del progetto -. L'impianto è impressionante per il suo funzionalismo e, anche se l'organizzazione dei locali differisce leggermente nelle due batterie, possiamo assumere che gli spazi fossero i medesimi, anche se forse di dimensioni minori: la batteria di Saint Quentin sembra meno ampia, probabilmente in quanto non necessitava degli spazi abitativi e delle cucine che invece si ritrovano nella batteria di Chêne. Le camere rimanenti sarebbero state probabilmente adibite a deposito di cariche propellenti e proietti (***fig. VI.II.66***), da assemblare in uno spazio apposito, per poi essere convogliati ad ogni torretta tramite un carrello su un binario, che scorre nei depositi e nel corridoio semicircolare intorno ai pozzi delle batterie. Da qui le munizioni erano sollevate nelle camere di manovra, rialzate, attraverso un montacarichi a manovella (***fig. VI.II.67***).

Dal corridoio centrale, due scale simmetriche (***fig. VI.II.69***) conducevano ai locali delle torrette, sulle quali sarebbero state portate, su due rotaie applicate ai setti laterali, le canne di ricambio per gli obici, conservate in uno scomparto nel pavimento coperto da una grata. La canna da cambiare veniva invece smontata e rimossa dalla camera attraverso un'apertura che conduceva allo stesso corridoio in cui passava la decauville. La batteria presentava una costruzione mista, con piedritti in pietra di Jaumont, volte e pozzo delle torrette in laterizio. Si riscontra inoltre un utilizzo del calcestruzzo per realizzare il solaio a copertura delle scale, utilizzando putrelle a doppia T adiacenti l'una all'altra come cassaforma inferiore. Il collarino delle torrette è quasi certamente in blocchi di granito, come raffigurato nel progetto per la batteria di Chêne, ma non è possibile osservarlo direttamente in quanto coperto da uno strato di catrame per l'impermeabilizzazione. Rispetto alla sua gemella, la batteria di Saint Quentin potrebbe aver ricevuto un rinforzo di entità nettamente minore. Se la prima dimostra infatti di aver ricevuto un corridoio di sabbia continuo sull'intero perimetro, non si può dire lo stesso dell'esemplare in esame: nessuna delle planimetrie a piccola scala riporta la presenza di questi corridoi - che invece sono raffigurati per tutti gli altri depositi e per il forte principale - e solo una pianta in scala 1:500 sul *Petit Atlas* (***fig. VI.II.80***) mostra quelli che sembrano dei corridoi di sabbia in corrispondenza delle gallerie per la decauville, seppur di ampiezza molto contenuta. Ciò non significa, tuttavia, che le volte non siano state rinforzate con un carapace in calcestruzzo.

Si è parlato nelle pagine precedenti delle bozze preliminari del 1871 per la caponiera di Fort Manstein con due torrette corazzate. La stessa data reca un altro disegno preliminare proprio per una batteria corazzata sull'altopiano di Saint Quentin[317]. Poco si può dire riguardo a questo progetto, essendo un disegno di massima, ma si possono già notare alcune intuizioni che ritorneranno nel 1890: la batteria è infatti formata da due torrette, presumibilmente analoghe a quelle che si intendeva installare a Fort Manstein, distribuite simmetricamente intorno a un corridoio centrale a una quota più bassa, raggiungibili dunque mediante scale il cui solaio è in putrelle affiancate. Intorno ai pozzi delle torrette sono indicati i depositi per la polvere da sparo e, probabilmente, una rimessa per i cannoni. Altre quattro camere sono disposte lungo la facciata esterna, non ne è indicata la funzione ma si può assumere siano spazi abitativi per il personale. L'aspetto più particolare è che venne concepita quasi come un piccolo forte indipendente, dotata di un fossato lungo tutto il perimetro, con muri di scarpa e controscarpa, e addirittura di uno spalto. Dopo al 1896[318], non facendo infatti parte del progetto originale, venne aggiunta una nuova sezione alla batteria, un semplice pozzo in calcestruzzo per ospitare un *Panzerbeobachtungsturm 96*.

Per completezza, è opportuno riportare che, sempre nello stesso anno, venne redatto un progetto di una batteria corazzata per sei torrette in linea per il colle di Lessy[319], molto più simile a quelle che verranno poi edificate in tutto il campo trincerato di Metz, ma comunque circondata anch'essa da un fossato continuo.

Le altre strutture

Nel progetto originale, oltre al parapetto continuo e alle sue traverse, alcune delle quali più grandi e adibite a deposito, solo due strutture andavano a costituire il Feste Friedrich Karl: una polveriera presso il parapetto per artiglieria rivolto a sud (***fig. VI.II.72***), nei pressi di Fort Diou e un laboratorio per il confezionamento delle munizioni destinate a Fort Manstein, posizionato oltre la gola del fossato, con il quale era in collegamento diretto mediante una posterla, nella quale era anche collocato un pozzo per l'acqua. Alcune modifiche effettuate a penna sulla planimetria del 1872 raffigurano tre batterie per mortai in barbetta sul terreno tra il forte e la caserma centrale. Altre aggiunte sono riportate a matita e combaciano parzialmente con quanto raffigurato in quella del 1874.

A partire dalla fine degli anni Ottanta, infatti, una costellazione di installazioni puntuali adibite a riparo per munizioni, artiglieria e personale (***fig. VI.II.71-74***) andarono a popolare l'altopiano, insieme a

317 *Die Batterien auf dem Rücken des Plateaus St. Quentin*, GStA, XI. HA, FPK, F, Nr. 71165
318 Il modello di osservatorio è datato 1896 e la planimetria del 1894 mostra ancora l'impianto originale.
319 *Batterie auf dem Col de Lessy*, GStA, XI. HA, FPK, F, Nr. 71165

nuove caponiere per fiancheggiare i tratti del fossato prolungato. La terza batteria per mortai non sembra essere stata realizzata, rimanendo un semplice deposito. Un ufficio postale fu edificato tra la batteria corazzata e il laboratorio per le munizioni, e quasi tutte le traverse con magazzini interni furono rielaborate e rinforzate con calcestruzzo e corridoi di sabbia. Tra la caserma centrale e Fort Diou furono predisposte due nuove batterie in barbetta. Di fronte allo spalto del forte orientale furono poi allestiti tre grandi depositi per carri, pezzi d'artiglieria e munizioni. Questi depositi costituivano il nucleo del sistema di decauville che si snodava sull'altopiano raggiungendo ogni installazione, per portarvi rifornimenti, cannoni, ma anche il personale: i binari servono, infatti, anche la caserma centrale. Questa rete di trasporto, che doveva essere già presente nella prima versione del raggruppamento fortificato, venne prolungata sulla strada per Plappeville, a nord, lungo la quale fu allestita una lunga batteria in barbetta con traverse, servita da ripari per munizioni e personale dispersi nei dintorni. A monte fu inoltre costruita una stazione di pompaggio a prova di bomba per rifornire il Feste. Nella planimetria degli anni Trenta l'impianto generale è rimasto quasi invariato, con l'aggiunta di un nuovo riparo per fanteria nei pressi dell'ufficio postale, tuttavia si rilevano dei cambiamenti nel parapetto di artiglieria a sud, per ospitare due batterie per quattro pezzi in barbetta. Nonostante la data del rilievo è possibile che siano stati aggiunti dai francesi, tuttavia sembra una configurazione incompatibile con il periodo storico, quando le batterie di questo tipo erano cadute in disuso.

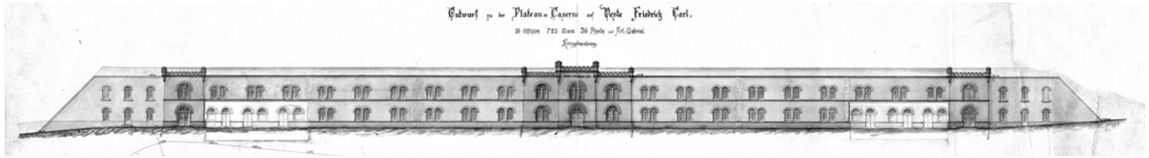


Figura VI.II.54 *// Prospetto della caserma centrale - Da GStA XI, HA, FPK, E, Nr. 71332*

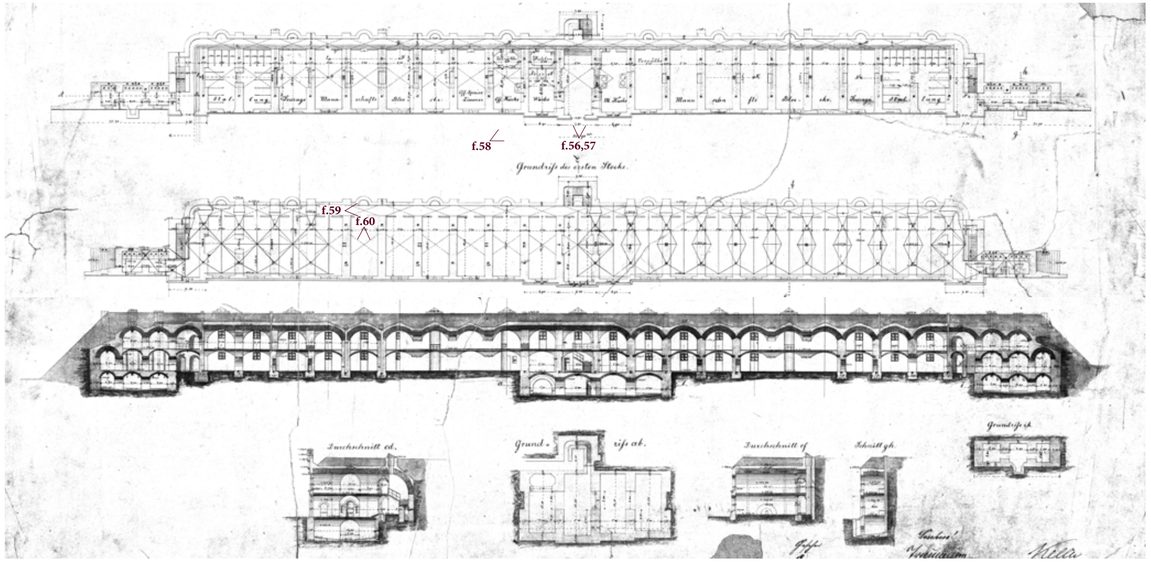


Figura VI.II.55 *// Piante e sezioni della caserma centrale - Da GStA XI, HA, FPK, E, Nr. 70735*



Figura VI.II.56 *// Ingresso della caserma centrale - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.II.57 *// Porta d'ingresso - Foto dell'autore*



Figura VI.II.58 *// Torrette neomedievali - Foto dell'autore*



Figura VI.II.59 *// Corridoio delle camerate - Foto dell'autore*



Figura VI.II.60 *// Volta danneggiata dai bombardamenti del 1944 - Foto dell'autore*

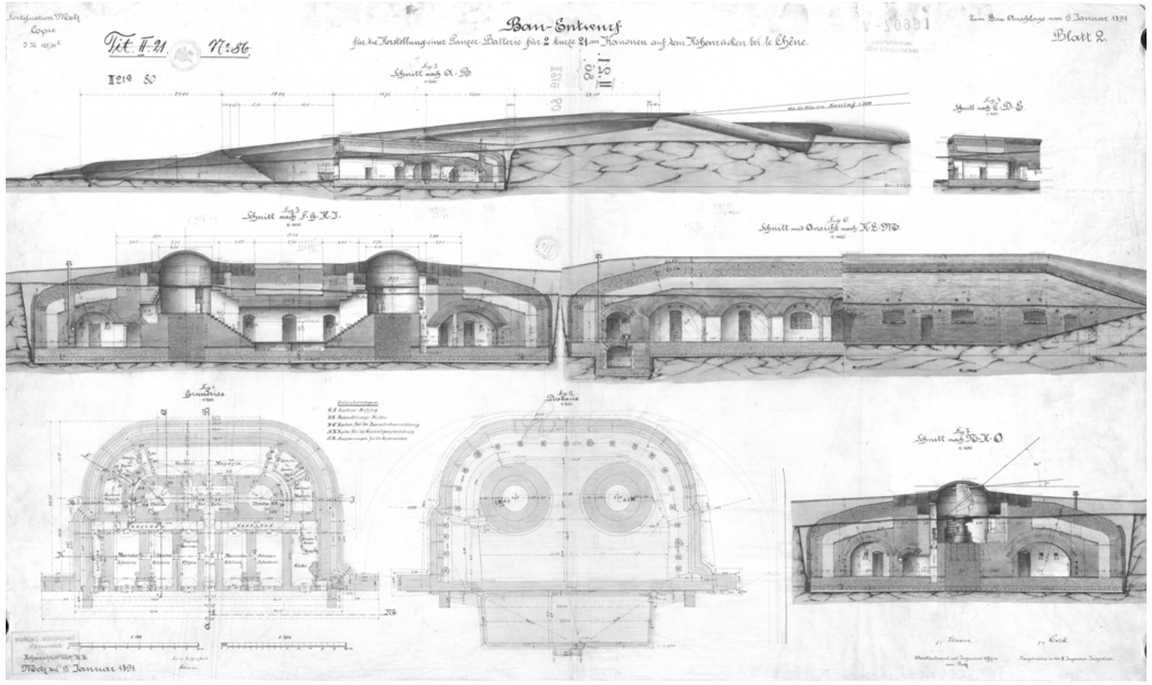


Figura VI.II.61 *// Progetto della batteria corazzata di Chêne Ouest, simile a quella di Saint Quentin - Da GStA XI, HA, FPK, A, Nr. 70991*



***Figura VI.II.62** // Ingresso della batteria corazzata - Da Festungsbauten.de*



***Figura VI.II.63** // Torrette disarmate della batteria - Da Festungsbauten.de*



***Figura VI.II.64** // Osservatorio corazzato della batteria - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.65** // Interno della torretta - Foto dell'autore*

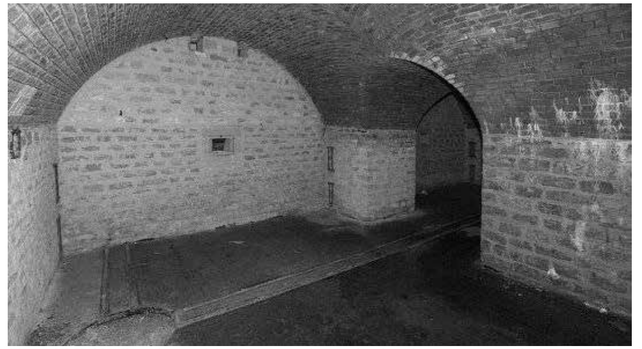


***Figura VI.II.66** // Deposito munizioni della batteria con binari per il loro trasporto - Da Festungsbauten.de*



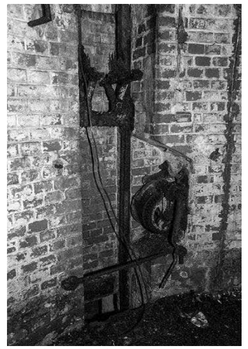


***Figura VI.II.67** // Montacarichi per munizioni, livello inferiore e superiore - Foto dell'autore*



***Figura VI.II.68** // Galleria centrale - Foto dell'autore*

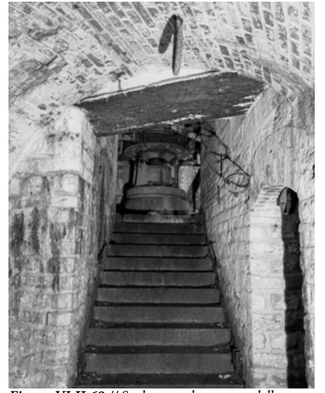


***Figura VI.II.69** // Scala verso la camera della torretta - Foto dell'autore*

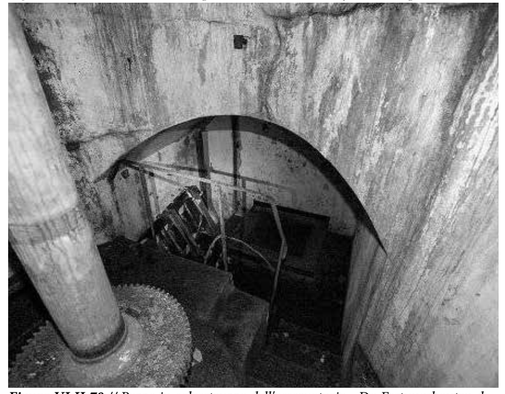


***Figura VI.II.70** // Pozzo in calcestruzzo dell'osservatorio - Da Festungsbauten.de*









Figura VI.II.71 *// Depositi per artiglieria e munizioni dispersi sull'altopiano - Da Festungen.info*



Figura VI.II.72 *// Laboratorio per la produzione di munizioni - Da Chateautheque.fr*



Figura VI.II.74 *// Cumulo dal corridoio di sabbia di un deposito fortemente danneggiato - Foto dell'autore*

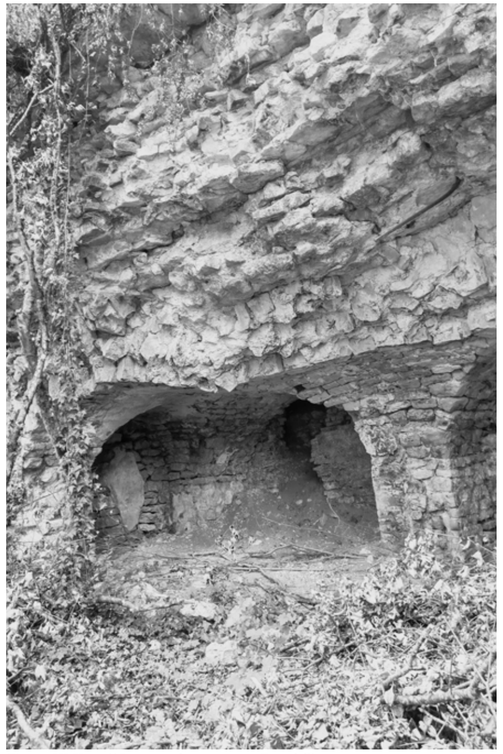


Figura VI.II.73 *// Deposito danneggiato - Foto dell'autore*

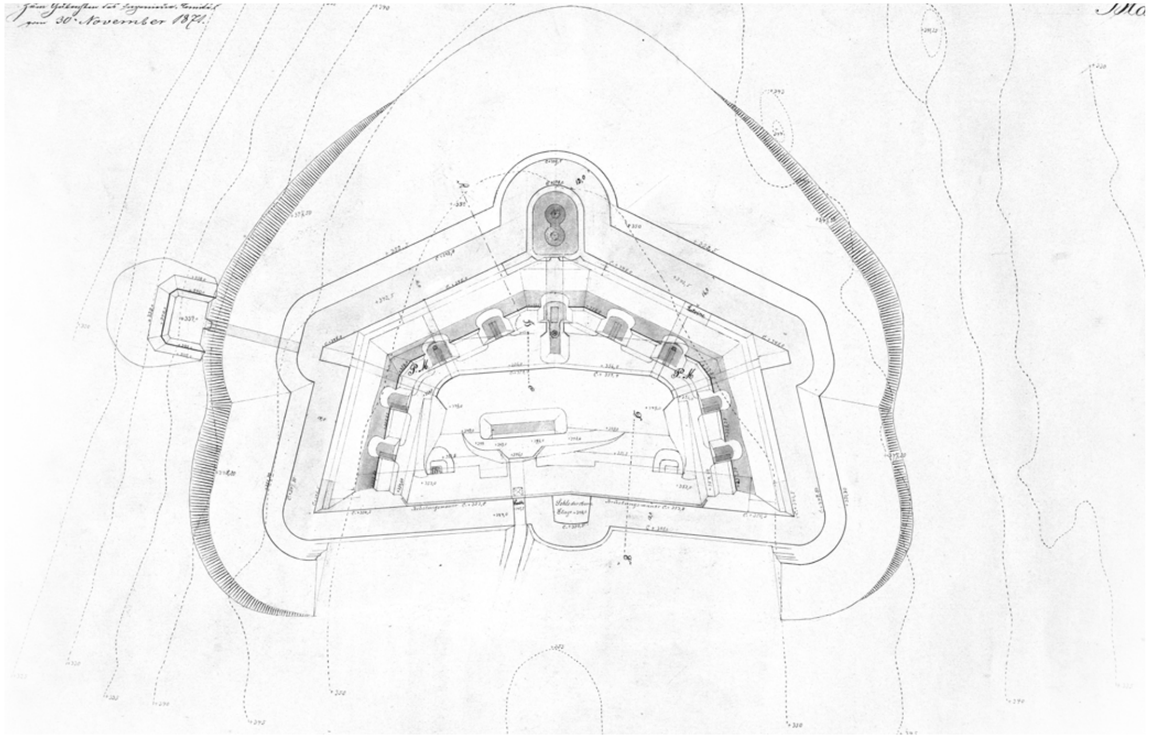


Figura VI.II.75 *// Prima bozza del forte, 1871 - Da GStA XI, HA, FPK, F, Nr. 71179*

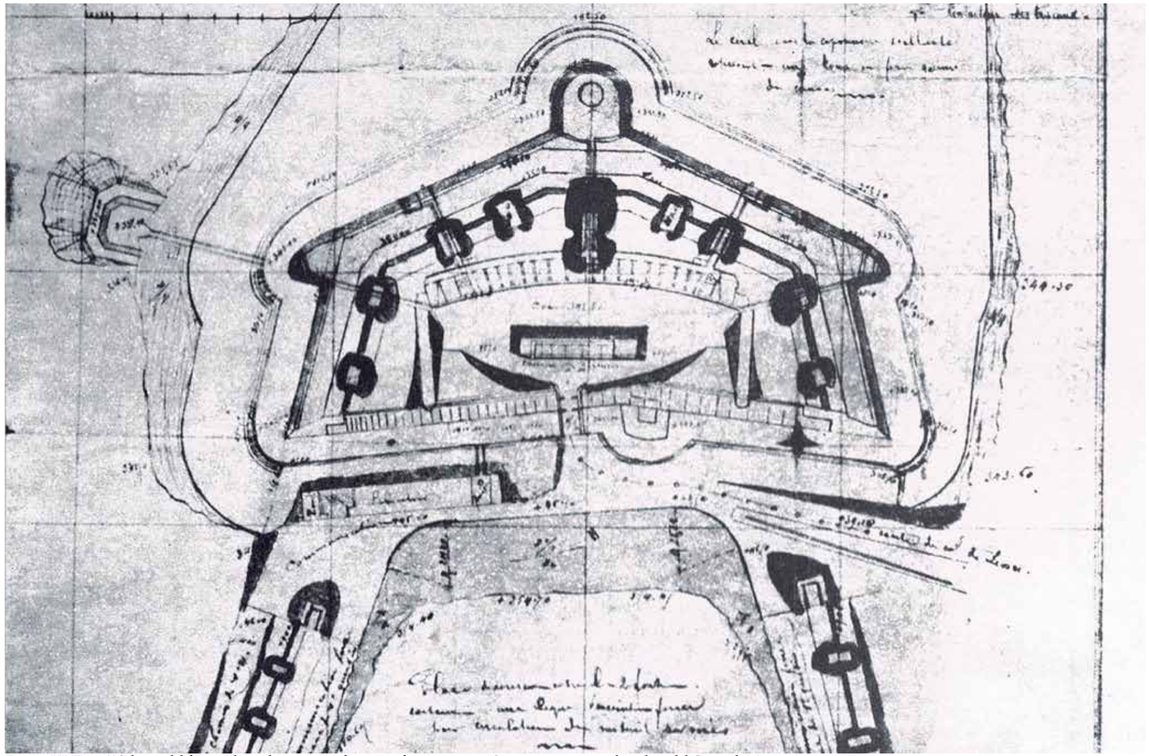
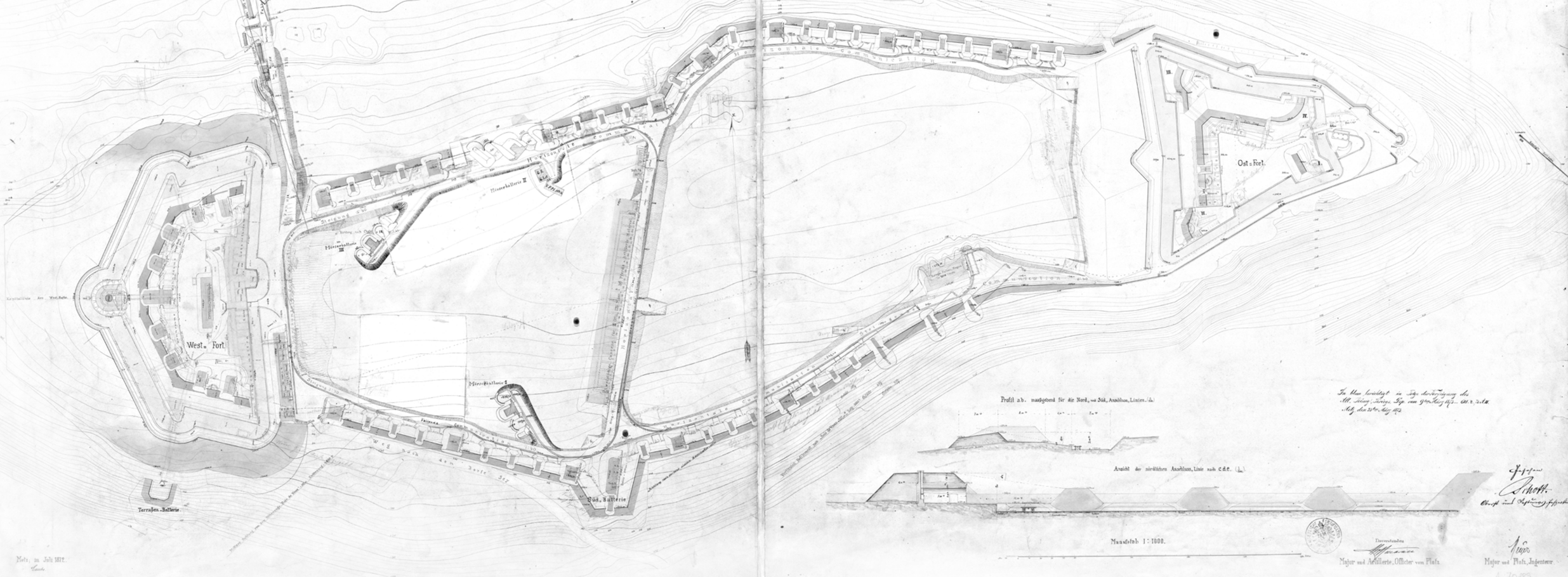


Figura VI.II.76 *// Schizzo del forte redatto dai servizi informativi francesi,1874 - Originariamente negli archivi del Genio di Metz*



Metz, im Juli 1872.

Major und Artillerie-Officier vom Platz.

Major und Platz-Ingenieur



Figura VI.II.78 *// Piano di miglioramento del Feste del 1894 - Da GSIA XI, HA, FPK, G, Nr. 70553*

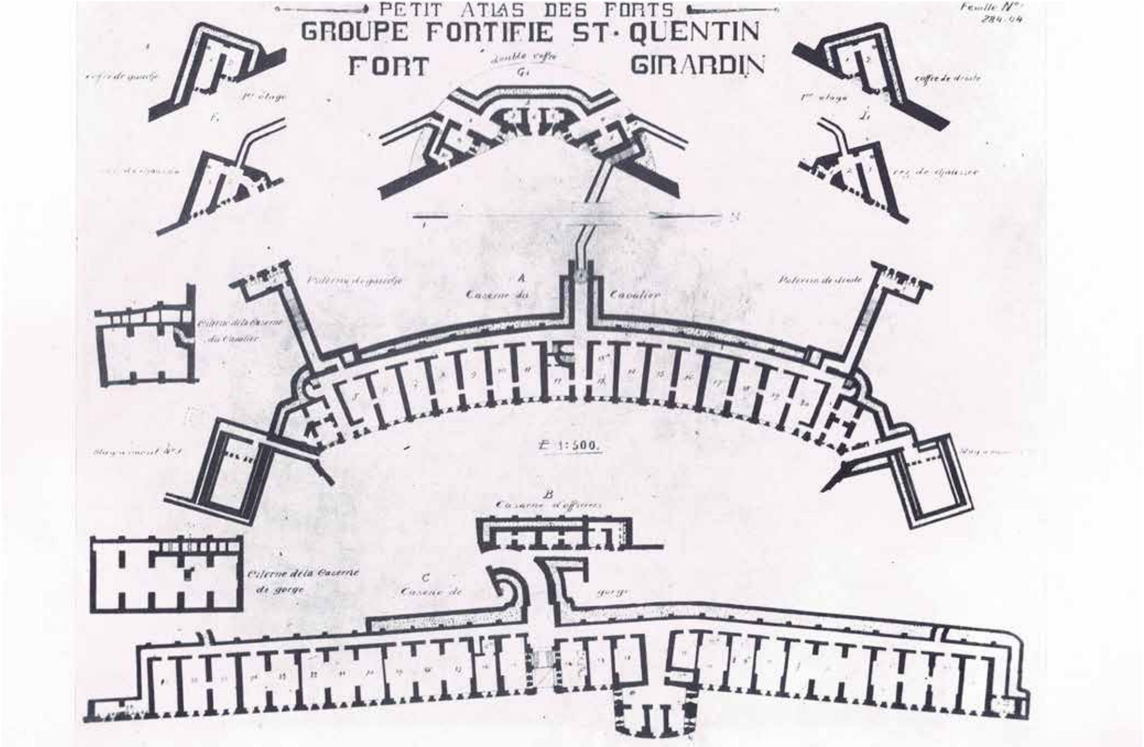


Figura VI.II.79 *// Rilievo francese di Fort Manstein - Originariamente negli archivi del Genio di Metz*

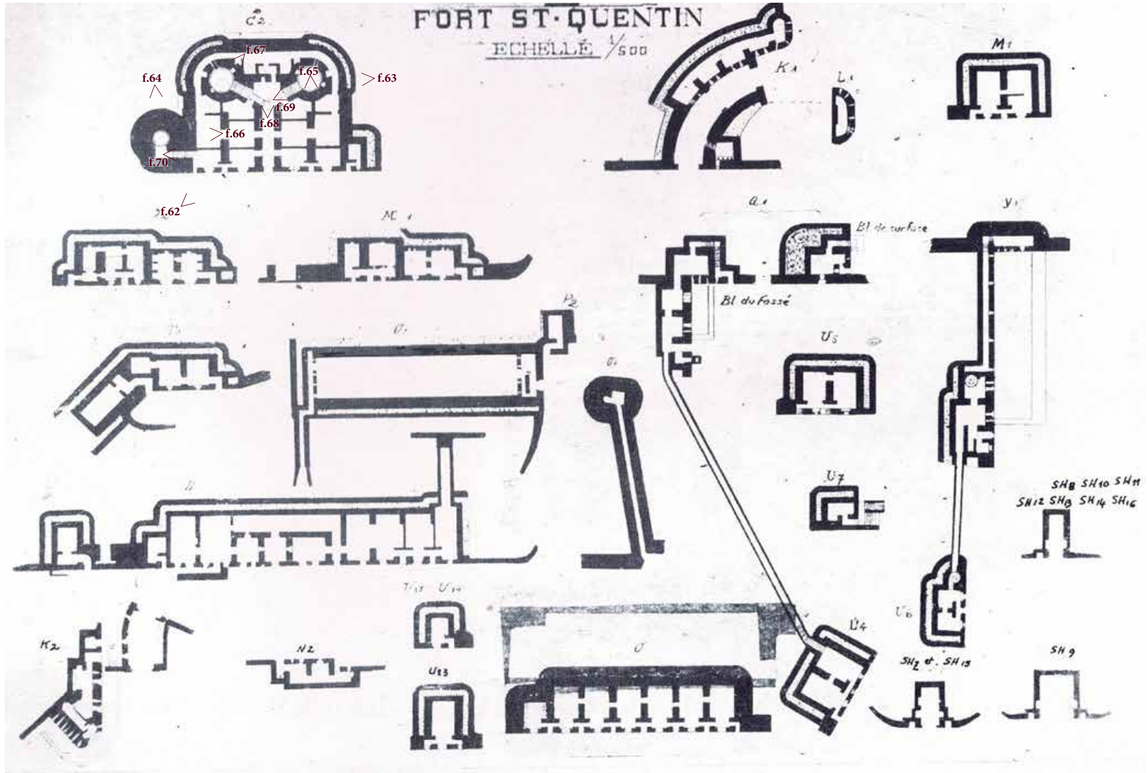


Figura VI.II.80 *// Rilievo francese delle installazioni del Feste - Originariamente negli archivi del Genio di Metz*

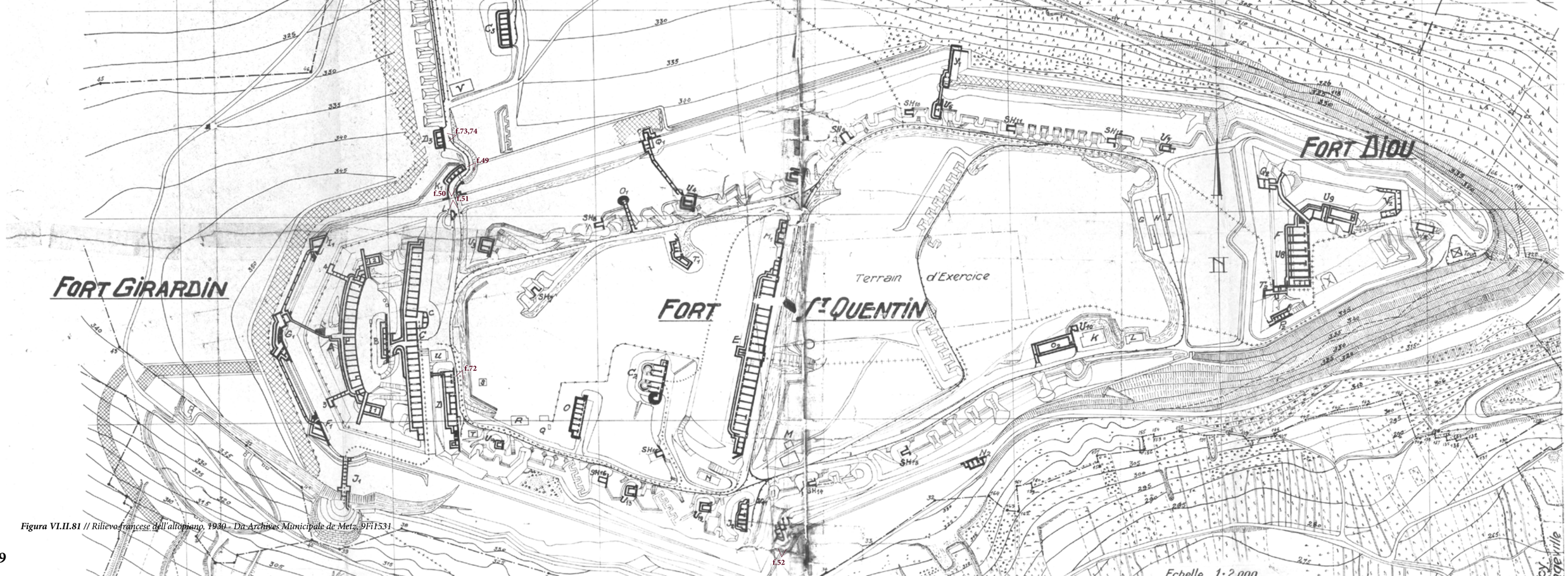


Figura VI.II.81 *// Rilievo francese dell'altopiano, 1930 - Da Archives Municipale de Metz, 9Fi1531*

VI.III. Il gigante dai piedi d'argilla: Fort de Douaumont

Se il campo trincerato di Verdun costituiva il punto di appoggio nord del *rideau défensif* della Mosa, Fort Douaumont ne costituiva a sua volta la punta settentrionale. L'importanza tattica della posizione venne già riconosciuta nel 1874, nel progetto d'insieme della piazzaforte[320]. Il rilievo di Douaumont, con i suoi 388 metri di quota e individuato tracciando una circonferenza del raggio di 6 km intorno alla cittadella, dominava la pianura di Woëvre. Sarebbe stato ideale per stabilirvi un forte, che tuttavia avrebbe avuto difficoltà a difendere le basi dei pendii, compito che sarebbe dovuto essere assolto dai forti vicini e dalle opere annesse, in particolare dalla vicina posizione di Louvremont. Nei piani iniziali, le due opere dovevano essere quasi gemelle, indispensabili l'una per l'altra, e anzi la presenza di un forte a Louvremont avrebbe permesso di costruire un forte più piccolo a Douaumont, dove il terreno argilloso poco si prestava a un'opera di grandi dimensioni. A dispetto di queste considerazioni, già nel 1874 un eventuale forte a Douaumont sarebbe dovuto essere il più potentemente armato della piazzaforte, con venti pezzi di artiglieria di grosso calibro, rispetto ai sedici degli altri forti. La volontà di installare un forte a Douaumont venne riconfermata in una postilla del direttore del Genio al piano del 1874, di fronte ad alcune perplessità, affermando che la mancata occupazione di una posizione del genere non avrebbe realmente protetto la piazza di Verdun, la base di approvvigionamento dell'armata dell'Est, da un possibile bombardamento[321].

Eppure, la questione del forte passò in secondo piano e la sua costruzione non iniziò che un decennio dopo, nel 1885, un anno particolarmente sfortunato: mentre la prima pietra veniva posata nel cantiere, la granata torpedine si apprestava a rendere obsoleti tutti i forti della sua generazione. L'impianto originale del forte era tradizionale: pentagonale, ma inscrivibile in un rettangolo e dunque non assimilabile a una lunetta, con lunghi fianchi rettilinei e fronte di gola bastionato.

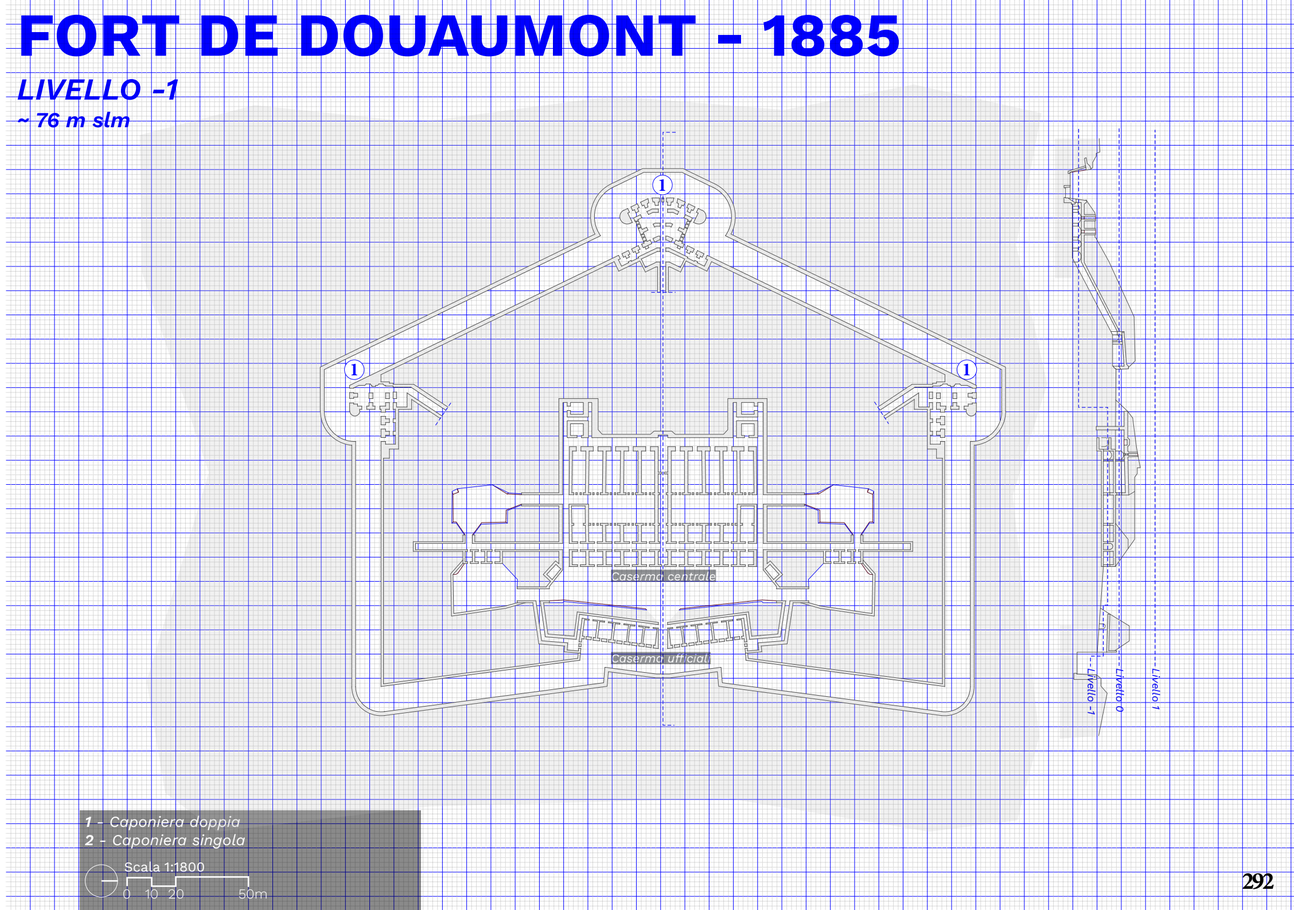
L'accesso

L'ingresso avveniva da un portale al centro del fronte bastionato di gola, nei cui fianchi erano posizionate due casematte per il fiancheggiamento separate dal fossato principale da uno stretto fossato diamante

Le caserme

Il nucleo del forte era occupato da una massiccia caserma centrale per quasi novecento uomini tra soldati e ufficiali, strutturata su due livelli intorno a una corte centrale e nella quale erano allestiti anche l'ambulatorio e le cucine[322]. Le caserme, come a Fort Manstein, erano una semplice sequenza di camerate (***fig. VI.III.2-5***) voltate identiche di 14x6 metri, servite da

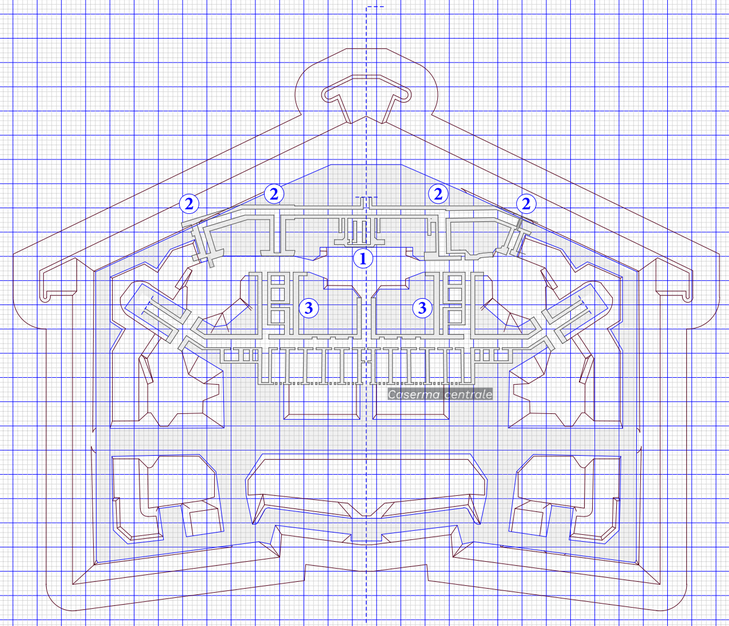
320 *Projet de défense de Verdun*, SHD, GR 1 VH 1980
321 *Apostilles du Directeur sur le projet de défense de Verdun présenté par le chef du Génie le 19 Juillet 1874,* SHD, GR 1 VH 1980
322 G. Le Hallé, p. 85



FORT DE DOUAUMONT - 1885

LIVELLO 0

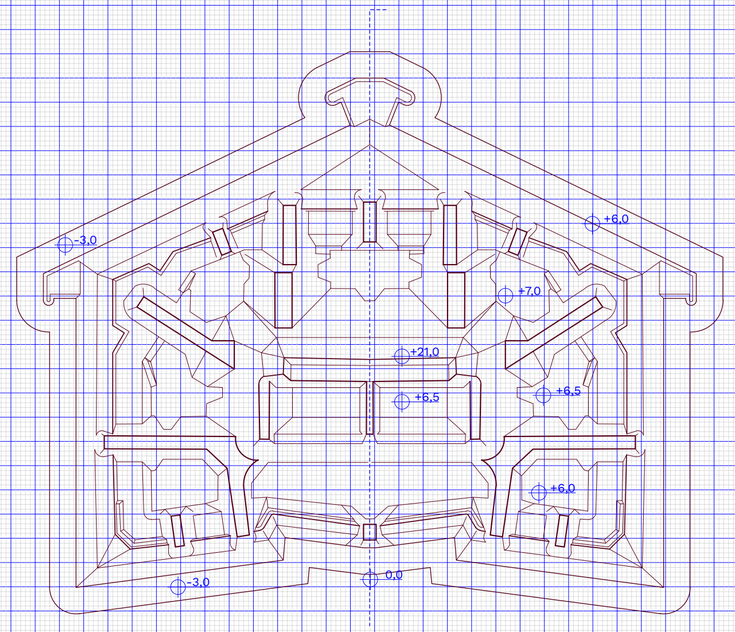
~ 86 m slm



1 - Traversa del saliente
2 - Traverse del fronte
3 - Polveriera

LIVELLO 1

~ 101 m slm



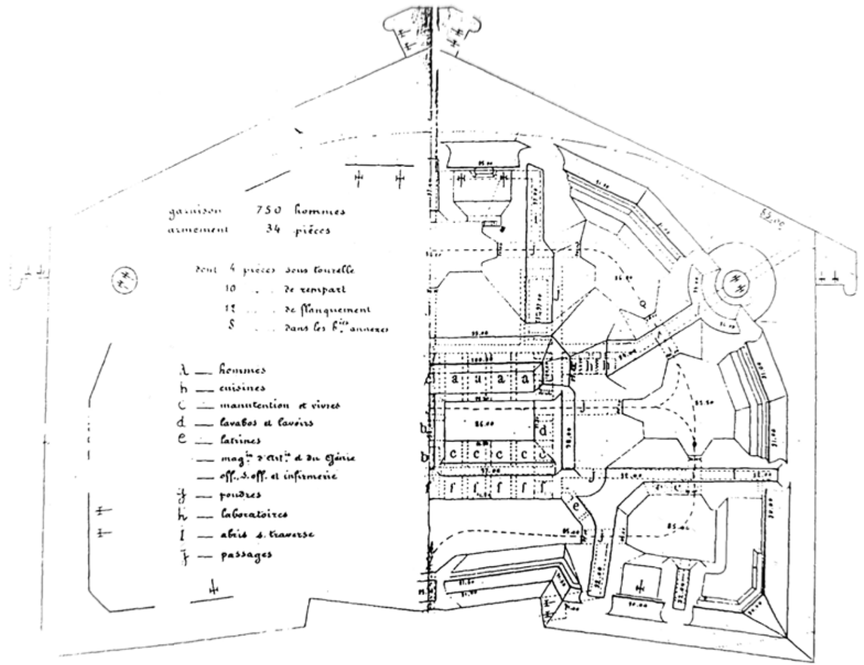


Figura VI.III.1 *// Progetto di modifica del forte originale per l'aggiunta di due torrette Mougin - Da Durup de Balein, 2003, originariamente presso il Service Historique de l'Armée de Terre*



Figura VI.III.2 *// Ricostruzione di una camerata della caserma - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.III.3 *// Corridoio di servizio alle camerate - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.III.4 *// Decorazioni della facciata originale visibili presso il Merlon - Da Festungsbauten.de*



Figura VI.III.5 *// Setto di facciata di una camerata - Foto dell'autore*

un corridoio di fondo. La costruzione era in pietra calcarea, con muri spessi 80 cm e nel cui tamponamento esterno si aprivano una porta centrale e due finestre laterali, portando a un rapporto di pieni e vuoti per ogni campata di 3:1, come prescritto da Goetschy per i locali abitativi di carattere intermedio tra la leggerezza e la gravità[323]. Su ciascuna coppia di volte adiacenti, un voltino intermedio era posato per agire da condotto di ventilazione, in cui confluivano tre tubature metalliche passanti per la volta a prova di bomba su ciascun lato della camerata. Pochi semplici elementi - i piedritti, le volte e i condotti di ventilazione - sono gli unici espedienti decorativi della facciata, esaltati da un leggero bugnato, che, sempre nelle parole di Goetschy, *enfatizza il metodo costruttivo e risulta in una decorazione logica e spesso di grand'effetto*[324]. L'originale aspetto della facciata oggi è apprezzabile solo nel corridoio di collegamento con l'estensione aggiunta in un secondo momento, il *Merlon*, (***fig. VI.III.4***) nella parte occidentale della caserma, essendo l'unica porzione della facciata originale a non essere stata nascosta dal calcestruzzo - che copre, invece, il perimetro del *Merlon* -.

Intorno alla caserma centrale, una via ferrata ad anello appiattito serviva i magazzini, i ripari e i parapetti d'artiglieria.

Una seconda caserma era poi disposta sul fronte di gola, adibita a uso esclusivo del comandante e del suo staff, con annesse la cucina e la mensa per ufficiali e sottoufficiali.

Le caponiere

Il fiancheggiamento dei fossati era svolto da tre caponiere, una doppia sul saliente e due singole sulle spalle, schermate da orecchioni secondo l'uso francese e armate ciascuna con due cannoni su ogni fronte. Oltre alla presenza certa di un fossato diamante intorno alle caponiere, tutto il resto sarebbe totale speculazione: nessuna fonte fornisce informazioni aggiuntive sulle caponiere e la completa mancanza di tracce sul sito rende molto difficile fare alcuna ipotesi.

Le batterie in barbetta

Come tutti i forti della sua generazione, anche l'artiglieria di Fort Douaumont era posizionata sui parapetti, prevalentemente sul fronte e sui fianchi, ma con qualche pezzo rivolto anche verso la gola. I parapetti erano scanditi da traverse in terra, mentre le cinque sul fronte erano adibite anche a depositi, di cui quelle alle estremità formati da un solo locale per conservare le munizioni, mentre la traversa del saliente era più massiccia e ripartita in tre camere distinte per agire da riparo d'artiglieria.

Il fossato

L'originale fossato aveva una configurazione semplice, con muri di scarpa e controscarpa. Si può ipotizzare, per la controscarpa, una configurazione con archi di scarico, vista la natura argillosa del terreno.

323 F. Goetschy, *Cours de construction: 4e partie, 2e section, 1er fascicule, Composition d'un Projet de Bâtiment militaire*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1886, p. 60

324 *Ivi*, p. 58

Il forte non arrivò mai a essere completato nella sua configurazione originale e già nel 1887 iniziarono a essere messi in atto gli adeguamenti ai recenti sviluppi dell'artiglieria[325].

VI.III.II. Le trasformazioni del forte dopo la crisi della granata-torpedine

Anche se mai attuato, già nel 1884 un progetto prevedeva il rinforzo del forte con due torrette Mougin sulle spalle[326] (***fig. VI.III.1***). L'attività di rinforzo del forte proseguì in maniera pressoché continua fino alla Prima Guerra Mondiale

L'accesso

La facciata di accesso (***fig. VI.III.6-8***) venne modificata con la sostituzione dell'intero blocco delle caserme del comandante con un più semplice corpo di casematte per la difesa ravvicinata dotato di un ponte levatoio e di un passaggio voltato rinforzato con sabbia e calcestruzzo, difeso da due corpi di guardia laterali probabilmente simili a quelli di Fort Manstein[327]. Oggi nulla di questo accesso è visibile, completamente distrutto dai bombardamenti francesi del 1916[328], a eccezione della galleria. Curiosamente, sembra che dopo la distruzione dell'ingresso l'intercapedine per il cuscinetto di sabbia sia stata parzialmente sigillata e adibita a postazione per una mitragliatrice[329].

Il carapace per le caserme

Come conseguenza della sua posizione dominante, il forte fu uno dei primi a essere rinforzato con un carapace in calcestruzzo (***fig. VI.III.10-17***). I lavori iniziarono nel 1887 e si protrassero fino al 1888, periodo in cui furono impiegati 28.000 m^3 di calcestruzzo. Le operazioni comportarono la rimozione dell'intera massa coprente di terra, il livellamento dei piedritti e delle volte con gettate di calcestruzzo, per disporvi il cuscinetto in sabbia e il carapace in *béton speciale*, in quella definita nel capitolo V.III come seconda modalità (***fig.V.III.3)***, ovvero con l'attacco a terra aderente alla facciata della caserma originale. Non solo: l'intero livello inferiore delle caserme fu di fatto interrato, trasformando quello che sarebbe dovuto essere il secondo livello del braccio sud, con ogni probabilità mai iniziato, in un terrazzamento su cui si affacciavano le camerate

325 G. Le Hallé, p. 85; A. Durup de Balein, *Le fort de Douaumont, Mémoires d'une fortresse,* Citédis, 2003, pp. 4-7

326 *Ivi*, p. 5

327 C. Holstein, *Verdun: Fort Douaumont*, Pen & Sword Books, Barnsley, 2010, pp. 33-34

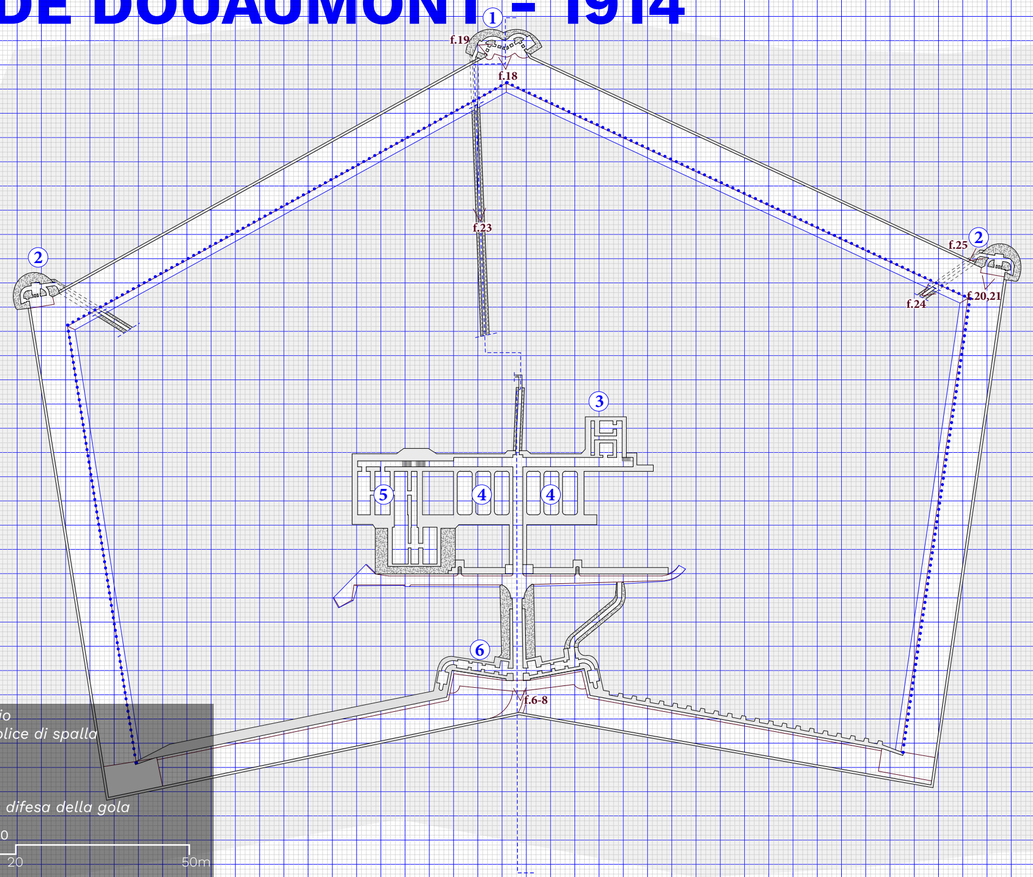
328 P-E. Tournoux, *Cours de fortification, 3e partie, Fortification permanente, 3e section, La fortification permanente pendant la guerre de 1914-1918*, Litographie de l'école, Versaille, 1927, Tav. 3

329 *Ibid.*

FORT DE DOUAUMONT - 1914

LIVELLO -1

~ 82 m slm

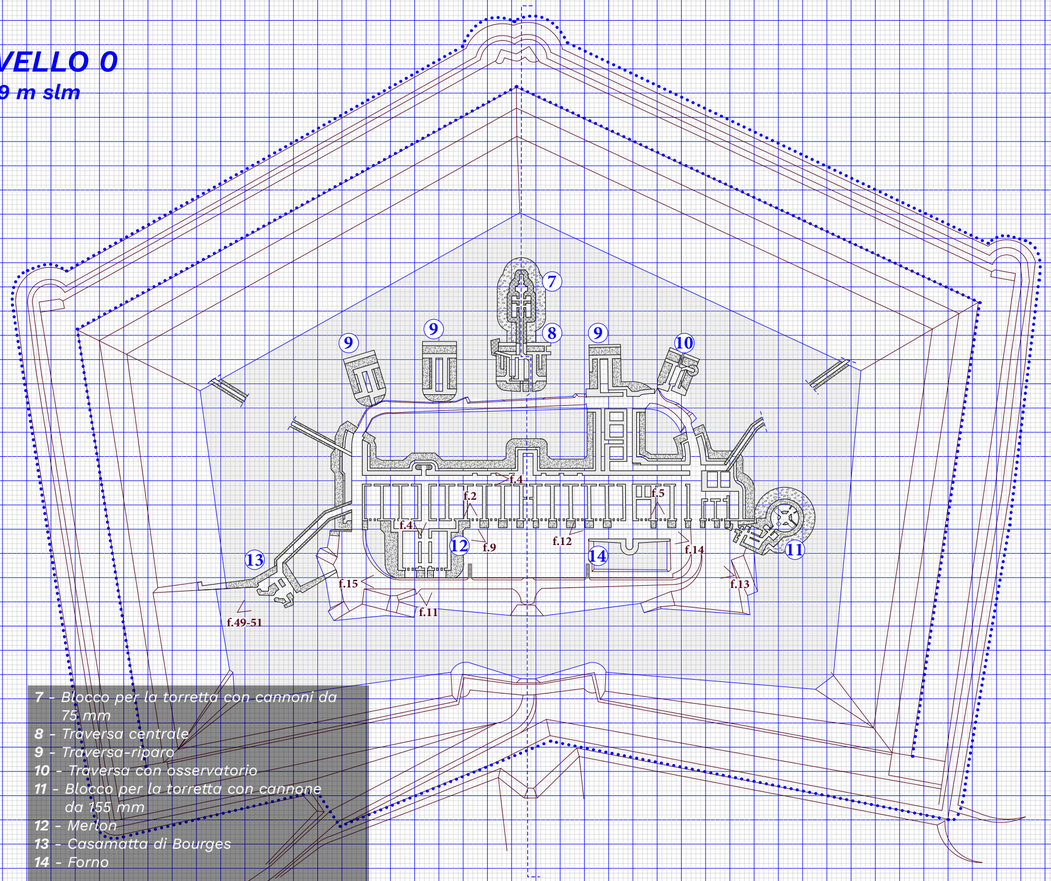


1 - Cofano doppio
2 - Cofano semplice di spalla
3 - Polveriera
4 - Cisterna
5 - Infermeria
6 - Casematte a difesa della gola

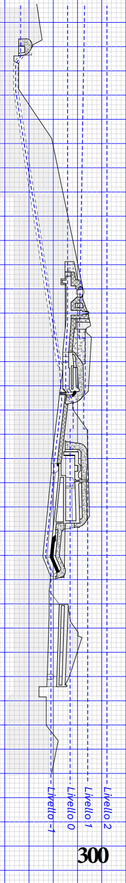
Scala 1:1800
0 10 20 50m

LIVELLO 0

~ 89 m slm



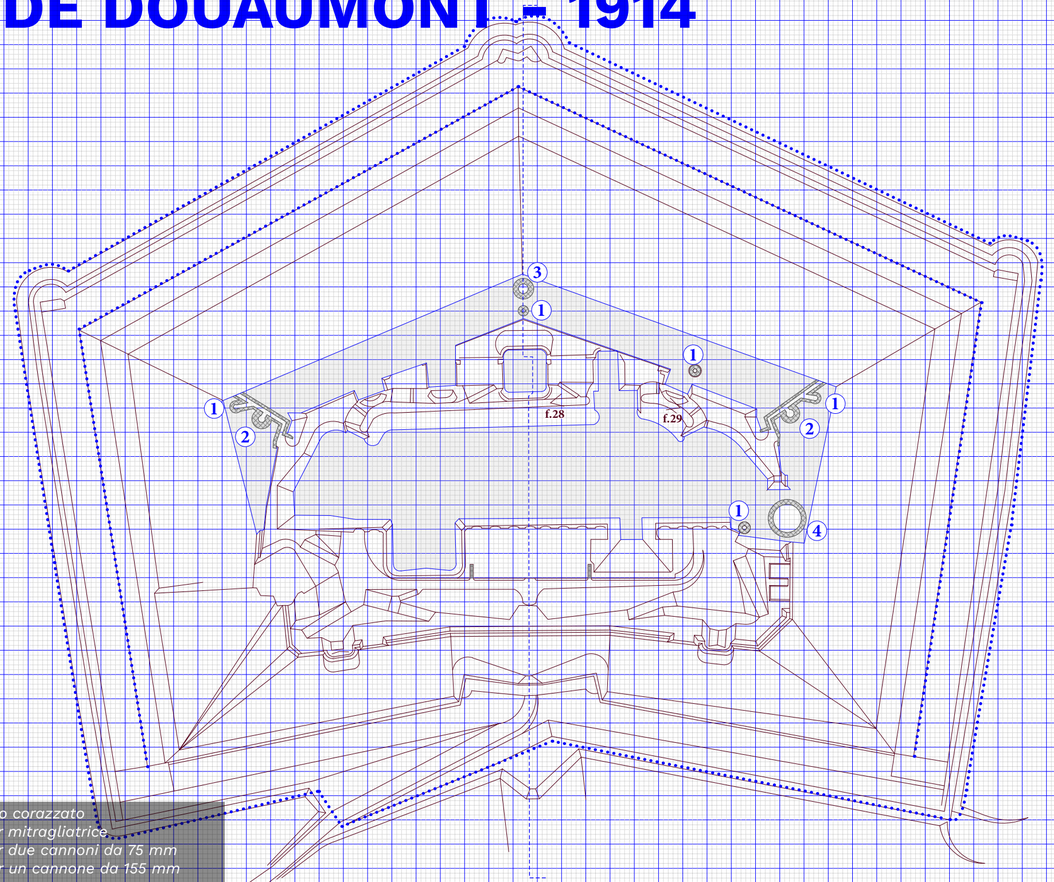
7 - Blocco per la torretta con cannoni da 75 mm
8 - Traversa centrale
9 - Traversa-riparo
10 - Traversa con osservatorio
11 - Blocco per la torretta con cannone da 155 mm
12 - Merlon
13 - Casamatta di Bourges
14 - Forno



FORT DE DOUAUMONT - 1914

LIVELLO 1

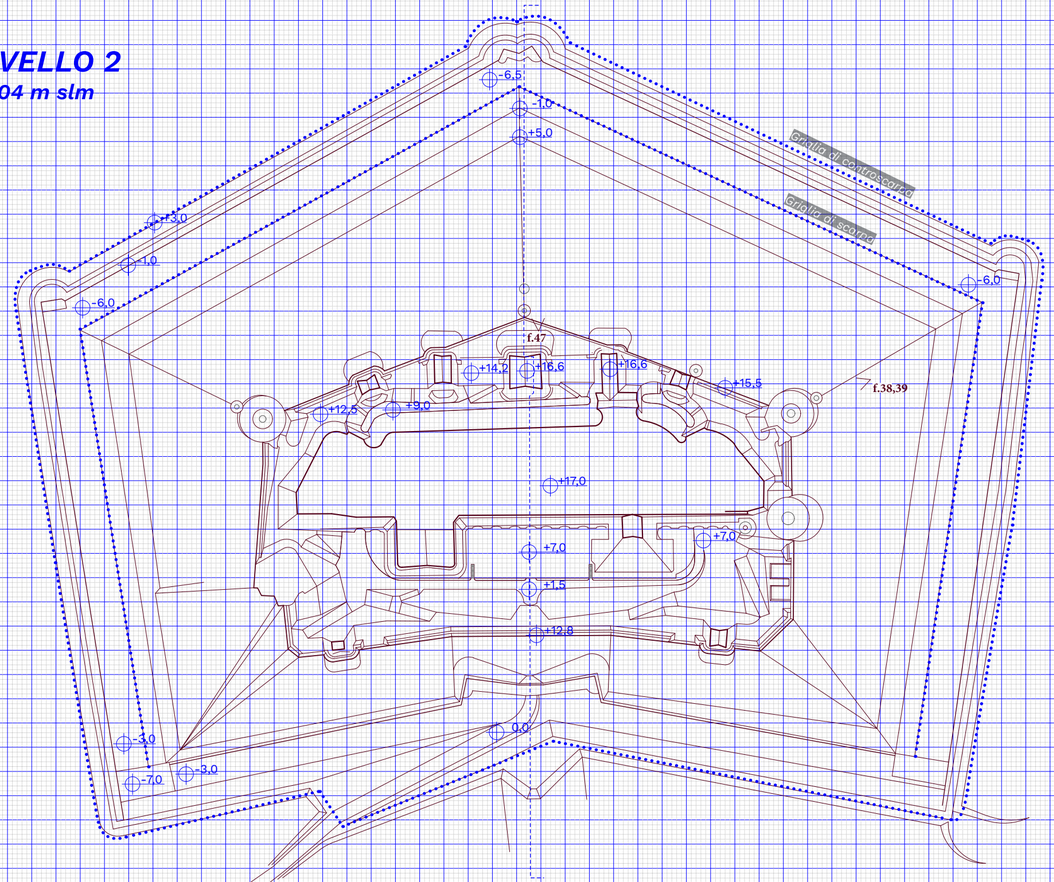
~ 96 m slm



1 - Osservatorio corazzato
2 - Torretta per mitragliatrice
3 - Torretta per due cannoni da 75 mm
4 - Torretta per un cannone da 155 mm

LIVELLO 2

~ 104 m slm



del braccio nord[330]. L'accesso alle caserme avveniva dunque, superata la galleria d'ingresso, tramite un tunnel che attraversava centralmente il livello interrato, per poi condurre a due rampe di scale alle estremità del corridoio a servizio delle camerate. Al loro interno vi furono ricavate due grandi cisterne d'acqua, una polveriera, deposito di viveri e un ospedale con sala operatoria, anche se in tempo di pace erano sfruttati come semplici uffici dell'amministrazione[331].

Il carapace presentava uno spessore di 1,5 metri nella parte orientale delle caserme e di 2,5 in quella occidentale. Proprio a metà dell'imponente gettata a copertura della caserma, lunga 160 metri, nel punto di separazione tra le due parti di diverso spessore, si venne a formare un'importante fessurazione, ai tempi e forse correttamente attribuita al processo esotermico di idratazione del cemento. Le note sul confezionamento del calcestruzzo per il carapace forniscono alcune interessanti informazioni sul materiale qui impiegato. Le composizioni furono consistenti con quelle riportate nei capitoli precedenti, con inerti ricavati dal letto della Mosella. Il pietrisco, in particolare, aveva un diametro tra i 1,5 e i 5 cm ed venne definito molto duro, con superficie liscia e non porosa, che non aderiva bene al cemento e che tendeva a distaccarsi dai propri alveoli[332]. In parte delle gettate effettuate nel 1887 vennero impiegate pietre ricavate da strati di roccia calcarea immersa nel terreno argilloso di Douaumont. Frantumate e pulite, avevano una forma spigolosa e ruvida che ben aderiva al cemento e che venne al tempo giudicata più soddisfacente di quello ottenibile con i ciottoli di fiume. Il cemento in sé fu invece appaltato a tre diverse compagnie, anche se il maggiore fornitore fu la Quillot, il cui cemento puro era meno resistente, ma una miscela formata da tre parti di sabbia e una di cemento si dimostrò superiore, anche se di poco.

Il calcestruzzo era portato sul sito mediante un sistema di decauville poggiante su assi di legno - mai direttamente sul calcestruzzo - gettato in strati successivi spessi circa 20 cm e costipato con pestoni in legno ed estremità in lamiera piana. Le porzioni che dovevano rimanere esposte all'aria per più di 24 ore erano rivestite di pietrame di 5 cm di diametro, formando alveoli su cui avrebbe fatto presa lo strato di calcestruzzo successivo, gettato dopo aver pulito la superficie con scope e getti d'acqua e averla ricoperta con uno strato di malta rustica *fouetté,* ovvero gettata vigorosamente con la cazzuola. Oltre alla caserma, il *bétonnage* interessò anche i passaggi alla sua destra e sinistra e i ripari sul ramparo, che furono coperti nel 1887. Tuttavia, poiché la sezione curva che era stata impiegata per il profilo esterno non era in grado di sostenere adeguatamente il terreno soprastante, nel corso del 1888 la parte inferiore di questi arrotondamenti venne modificata con l'aggiunta di una sorta di coronamento su cui la terra potesse appoggiarsi. Nello stesso anno furono anche rimosse alcune porzioni gettate nel 1887 in quanto non seguivano alcuna disposizione specifica, tra cui un calcestruzzo dosato a 300 kg con pietre calcaree spaccate, un altro dosato a 350 kg con pietre calcaree dure provenienti dallo scavo dei fossati e un altro dosato, ancora, a 350 kg ma con ciottoli silicei della Mosella. Su questi blocchi furono condotti degli esperimenti, colpendoli con una massa parallelamente ai letti di posa, da cui emerse che il secondo era il più resistente[333]. Non sono riportate altre indicazioni su questo esperimento, ma è possibile che andando a colpire parallelamente ai letti di posa sia stata sollecitata l'interfaccia tra strati diversi, che potrebbe essere più solida nel caso di un calcestruzzo contenente pietre più spigolose. Non è detto che questo esperimento implicasse anche una migliore resistenza a un bombardamento, la cui direzione sarebbe invece tendente alla normale rispetto ai letti di posa.

La questione pratica del rinforzo in calcestruzzo non fu estranea a echi estetici (***fig. VI.III.14***): sui setti del carapace furono sostanzialmente trasposti gli stessi motivi decorativi della facciata originale, con lo stesso bugnato a marcare le volte e le bocche di ventilazione, a cui si aggiunse anche un coronamento, prescritto da Comandré nel suo manuale per le costruzioni in calcestruzzo. Egli annotò infatti come la curvatura esterna del carapace, per via della sua pendenza, rendeva impossibile la stesura di uno strato di bitume impermeabilizzante, rimanendo liscio, bianco e riflettente e dunque perfettamente visibile da lontano. Allo stesso tempo, come riportato in precedenza per il carapace delle traverse, non poteva essere completamente ricoperto di terra e sarebbe rimasto esposto alle intemperie fessurandosi e lasciando penetrare l'acqua piovana. Nel caso in cui si desiderasse lasciare la curvatura esposta, come sembra essere nel caso di Douaumont - dalle immagini aeree dell'epoca, effettivamente, i contorni arrotondati del carapace sono perfettamente visibili - una cornice era comunque da prevedere per spezzare la monotonia della facciata e per alloggiare una gronda[334]. La tipologia qui adottata è composta da una successione di piccoli archi pensili che sostengono un cordolo nel quale è possibile fosse ricavata la gronda.

La protezione delle aperture contro le schegge

Le aperture nelle camerate della caserma presentano una configurazione insolita. Quelle corrispondenti alle finestre (***fig. VI.III.5***), infatti, sono del tutto sprovviste di mazzette, lasciando supporre che un serramento vero e proprio non sia mai stato presente, anche se ciò pare difficile dato il clima della zona. Sono oggi visibili i ganci per fissare i due battenti per una chiusura probabilmente in semplice legno, e delle scanalature nel muro interno compatibili con qualche forma di chiusura, anche se è possibile che si tratti di un'aggiunta successiva durante il corso della battaglia: un articolo del 1928 della *Revue du Génie Militaire* sulle trasformazioni effettuate nel 1917 riporta infatti che,

330 A. Durup de Balein, p. 8
331 *Fort de Douaumont, plan de sous-sol*, SHD, GR 2 V 340
332 Vista la provenienza, si potrebbe ipotizzare che il pietrisco impiegato a Fort Manstein sia analogo, poiché sembra visivamente combaciare con la descrizione qui fornita
333 *Note sur la fabrication du béton de ciment au fort de Douaumont*, SHD, 2 V 76
334 D. Comandré, pp. 92-95



Figura VI.III.6 *// Ingresso nel 1910 - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.7 *// Ingresso danneggiato nel 1916 - Da Fortifsere.fr*

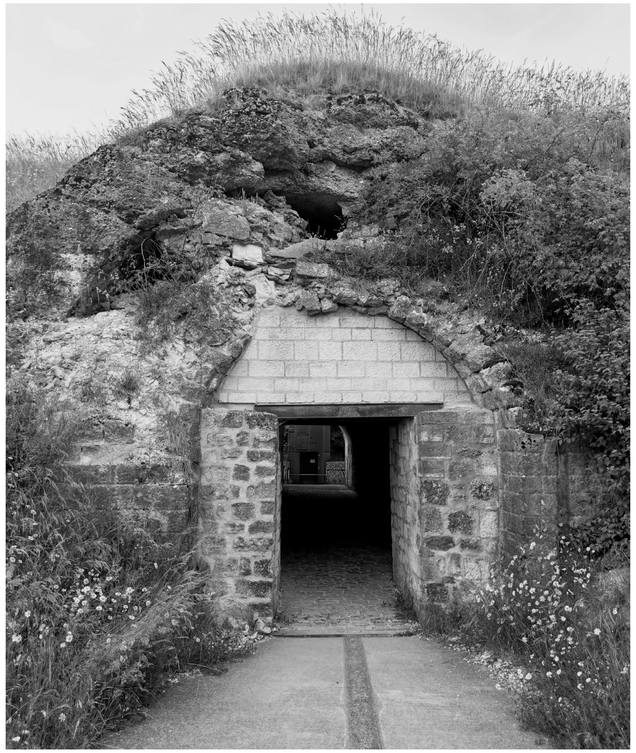
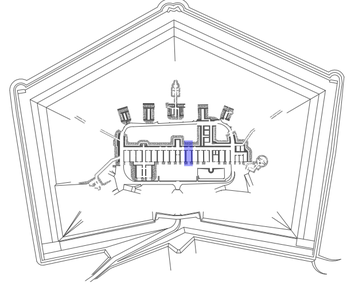


Figura VI.III.8 *// Galleria oggi, sono visibili il carapace e l'intercapedine per la sabbia - Foto dell'autore*

MODULO CASERMA RINFORZATA



Legenda

1 *- Massa coprente*
2 *- Carapace in calcestruzzo*
3 *- Cuscinetto di sabbia*
4 *- Volta a prova di bomba*
5 *- Voltino per condotto di aerazione*
6 *- Medaglione al termine del condotto*
7 *- Pietrame*

0 1 2 5m



Figura VI.III.9 *// Porzione del carapace meglio conservata - Foto dell'autore*





Figura VI.III.10 *// Dettagli del nodo facciata-carapace - Foto dell'autore*

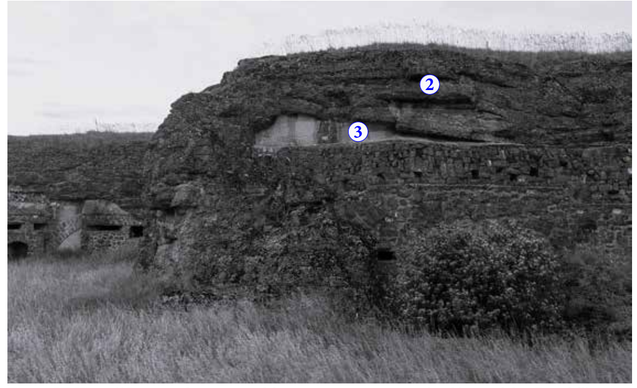


Figura VI.III.11 *// Porzione danneggiata del carapace con cuscinetto di sabbia visibile - Foto dell'autore*

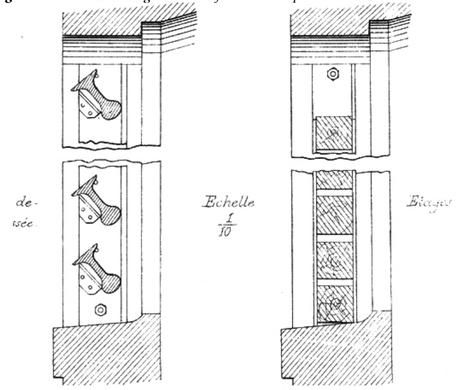


Figura VI.III.12 *// Rinforzo finestre - Da Goetschy, 1896*

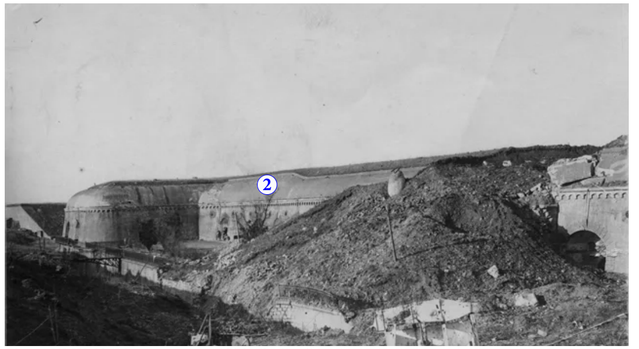


Figura VI.III.13 *// La caserma nel 1916 - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.15 *// Passerella verso la caserma - Da Fortifsere.fr*

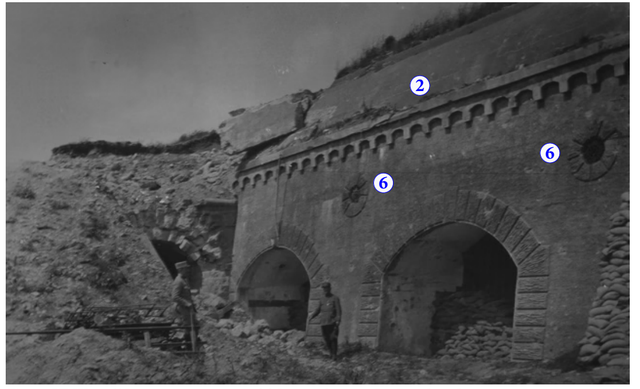


Figura VI.III.14 *// La caserma nei pressi del forno nel 1915 - Da Fortifsere.fr*

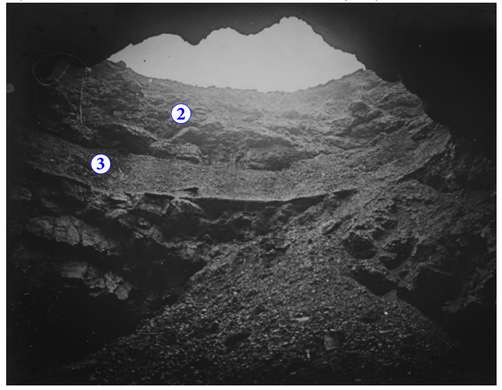


Figura VI.III.16 *// Stratigrafia del carapace perforato da una granata da 400 mm - Da Fortifsere.fr*



***Figura VI.III.17** // Vista aerea del forte nel 1911 - Da Fortifsere.fr*

per sigillare il forte contro i gas, ogni apertura della caserma di gola fu dotata di una cornice in legno in cui inserire pannelli foderati di feltro[335]; è probabile che le scanalature visibili oggi siano gli alloggiamenti per questa cornice in legno. I manuali dei corsi di fortificazione forniscono poche indicazioni per il rinforzo delle aperture contro gli effetti delle schegge e dei gas tossici, in forme molto più semplici rispetto a quelle adottate in Germania e da applicare solo al momento del bombardamento. Nel corso sulle fortificazioni costruite dal 1870 al 1885 (***fig. VI.III.12***), Goetschy prescrive l'uso di rotaie o putrelle - o addirittura blocchi di legno -, con interasse tale da consentire il passaggio di aria e luce e da fissare alle estremità su dei profili angolari imbullonati a profili a U collocati sullo stipite delle finestre[336]. La stessa prescrizione si riscontra ancora nella parte del corso relativa alle fortificazioni costruite dopo il 1885[337], nonostante fosse noto che le schegge fossero in grado di trapassare sia le anime delle putrelle che i blocchi di legno[338]. Non si riscontrano altre indicazioni riguardo a blindature da applicare alle aperture, nè vengono citati dai documenti relativi al forte. Si può ipotizzare, vista la sua collocazione rialzata e non sul fronte di gola, che la caserma di Fort Douaumont non avesse anche una funzione difensiva come quella di Fort Manstein.

I cofani di controscarpa

Le fonti non hanno permesso di risalire alla data in cui le caponiere - le quali è possibile non siano mai neanche state ultimate - furono sostituite dai cofani di controscarpa (***fig. VI.III.18-27***), formati da una singola camera 4x4,5 metri equipaggiata con un solo cannone rotante, con una feritoia per fucileria a ciascun lato. È certo, però, che nel 1901 dovevano già essere stati ultimati, anche se ancora sprovvisti di comunicazioni sicure con l'interno del forte, il cui progetto definitivo venne redatto proprio nel 1901, trasferendo l'accesso alle gallerie dal cuore del forte, probabilmente le caserme, alla galleria coperta a ovest e i depositi a est, per ragioni di economia. La riduzione in lunghezza di queste gallerie avrebbe comportato pendenze esagerate, motivo per cui si decise eccezionalmente di ricorrere anche a rampe di scale (***fig. VI.III.26***) per raggiungere la profondità necessaria, in luogo di una semplice rampa. Dai disegni allegati emerge un fatto apparentemente paradossale, ovvero l'estrema vicinanza dell'estradosso delle gallerie alla superficie del terrapieno. Si ricorderà, tuttavia, la natura argillosa del terreno su cui giace il forte e l'incremento di potenza apportato all'effetto esplosivo delle granate dall'aumento di profondità a cui avviene la detonazione, come riportato nei capitoli precedenti. Si preferì, per questo, ridurre lo spessore della mas-

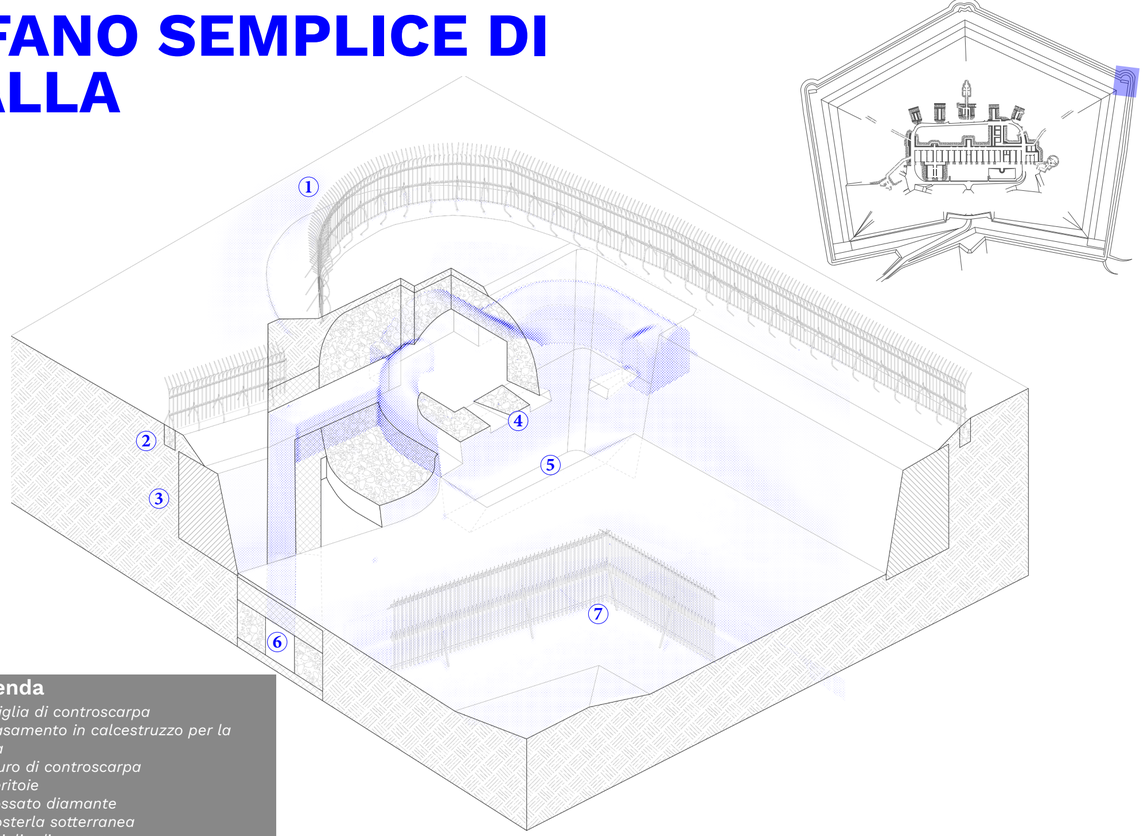
335 P-E. Tournoux, [s.n.] Gilson, «Travaux exécutés à Douaumont après la reprise du fort», in *Revue du génie militaire*, vol. II, n° XLII, 1928, p.31

336 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 1e section...*, p. 117; [s. n.] Hébert, *Cours de fortification: La fortification depuis 1870 jusq'en 1885*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1911, p. 113

337 F. Goetschy, *Cours de fortification: 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 3e section...*, p. 132

338 [s. n.] Alheilig, *Cours de fortification: La fortification aprés 1885*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1911, pp. 18-19;

COFANO SEMPLICE DI SPALLA



Legenda

1 - Griglia di controscarpa
2 - Basamento in calcestruzzo per la griglia
3 - Muro di controscarpa
4 - Feritoie
5 - Fossato diamante
6 - Posterla sotterranea
7 - Griglia di scarpa

0 1 2 5m



Figura VI.III.18 *// Resti del cofano doppio del saliente - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.19 *// Camera interna del cofano doppio - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.20 *// Cofano di spalla est nel 1916 - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.21 *// Resti del cofano di spalla est - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.22 *// Interno del cofano doppio nel 1916 - Da Fortifsere.fr*





Figura VI.III.23 *// Posterla verso il cofano doppio - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.24 *// Posterla verso il cofano di spalla est - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.25 *// Risalita della scala verso il cofano di spalla est - Da Fortifsere.fr*

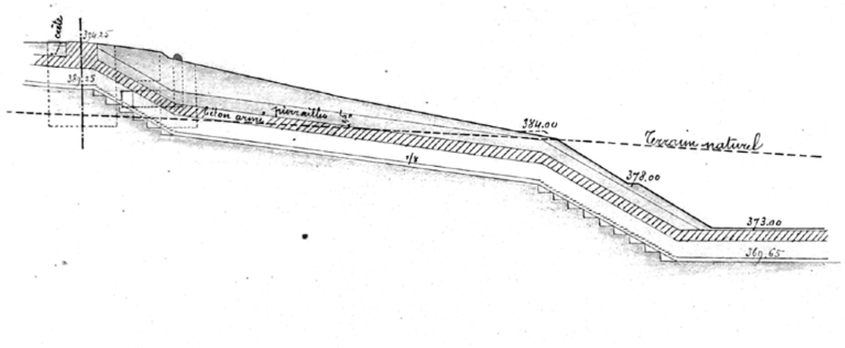


Figura VI.III.26 *// Schizzo della posterla verso un cofano di spalla - Da SHD, 2 V 102*

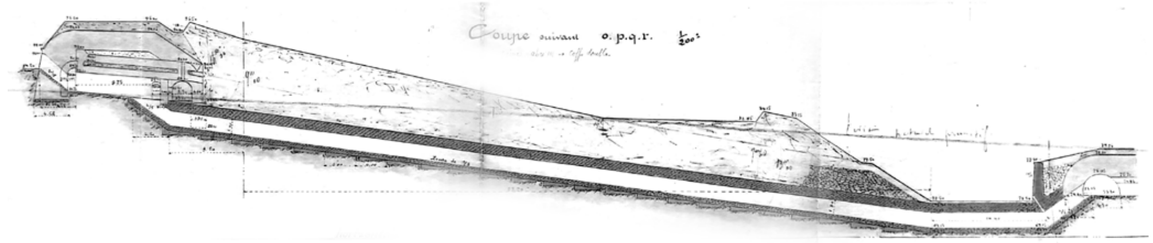


Figura VI.III.27 *// Progetto della posterla verso il cofano doppio - Da SHD, 2 V 102*

sa coprente e ricorrere prevalentemente a uno strato di pietrame di 2-3 metri[339]. La configurazione originale dei cofani fu giudicata insoddisfacente per le dimensioni del forte e fu perciò richiesto dai comandi d'artiglieria che le posterle non sfociassero direttamente nelle camere di tiro, in modo da preservare lo spazio necessario per aggiungervi un pezzo da 12[340], questione affrontata nel 1902. La larghezza della camera doveva essere portata ad almeno 5,2 metri per consentire la manovra del cannone, andando ad agire direttamente sui piedritti, con il rischio di comprometterne la solidità. Il più problematico fu il cofano doppio, nel quale l'assottigliamento del piedritto esterno avrebbe potuto comportare dei problemi statici, essendovi già un passaggio largo 1,5 metri per consentire l'ingresso dei pezzi, che fu quindi ristretto di 30 cm con un semplice tamponamento parziale in muratura di pietra[341].

Le traverse

Nel corso del 1887 ricevettero un trattamento analogo alle caserme le cinque traverse del fronte, coperte anch'esse da un carapace spesso 2,5 metri con cuscinetto in sabbia, dopo essere state rese disponibili dal *Service de l'Artillerie* come ripari per sessanta fanti[342]. Tuttavia l'arrotondamento in sommità non si prestava a sostenere la massa coprente di terra e nel 1888 la parte inferiore venne ritagliata fino a una profondità di circa 4 cm, praticando un *fouetté* su cui applicare un nuovo coronamento in calcestruzzo[343]. Le sezioni allegate alla conferenza del 12 marzo 1901[344] sul rinforzo al forte sembrano inoltre suggerire che, almeno nelle traverse del saliente e di spalla orientale (***fig. VI.III.30-31***)- ma verosimilmente in tutte -, sia stata costruita una seconda volta in muratura più bassa, andando a inserire nell'intercapedine un materiale di riempimento, probabilmente sabbia o ghiaia, similmente a quanto descritto nel capitolo V.III.

Seppur anacronisticamente, venne deciso di mantenere in servizio i sei cannoni in barbetta da 120 mm del fronte, da impiegare nelle prime fasi dell'assedio contro l'artiglieria avversaria, così come i due pezzi da 95 mm nella parte est della gola, per tirare su Hardoumont[345].

Il fossato e la cortina di filo spinato

Il fossato venne modificato con la rettifica del muro di controscarpa, alto 5 metri[346], rimasto in muratura, e l'eliminazione del muro di scarpa, lasciando che il terrapieno del ramparo discendesse a una

339 *Minute d'Avis de la Section technique du Génie, Verdun - Renforcement du fort de Douaumont*, SHD, 2 V 102
340 *Rapport de la délégation des Sections technique de l'Artillerie et du Génie sur le Renforcement du fort de Douaumont*, à Verdun, SHD, 2 V 102
341 *Verdun, Addition d'un pièce de flanquement dans chaque chambre à canon des coffres de contrescarpe du fort de Douaumon*, SHD, 2 V 102
342 *Rapport de la délégation des Sections technique de l'Artillerie et du Génie sur le Renforcement du fort de Douaumont*, à Verdun, SHD, 2 V 102
343 *Note sur la fabrication du béton de ciment au fort de Douaumont*, SHD, 2 V 76
344 *Renforcement du Fort de Douaumont. Coupes au 1:200 jointes au procès-verbal de conference en date du 12 Mars 1901*, SHD, 2 V 102
345 *Rapport de la délégation des Sections technique de l'Artillerie et du Génie sur le Renforcement du fort de Douaumont*, à Verdun, SHD, 2 V 102
346 *Minute d'Avis de la Section technique du Génie, Verdun - Réorganisation des réseaux de fil de fer du fort de Douaumont*, SHD, 2 V 102



Figura VI.III.28 // *Sulla sinistra, traversa centrale - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.29 // *Sulla destra, traversa di spalla est - Da Fortifsere.fr*

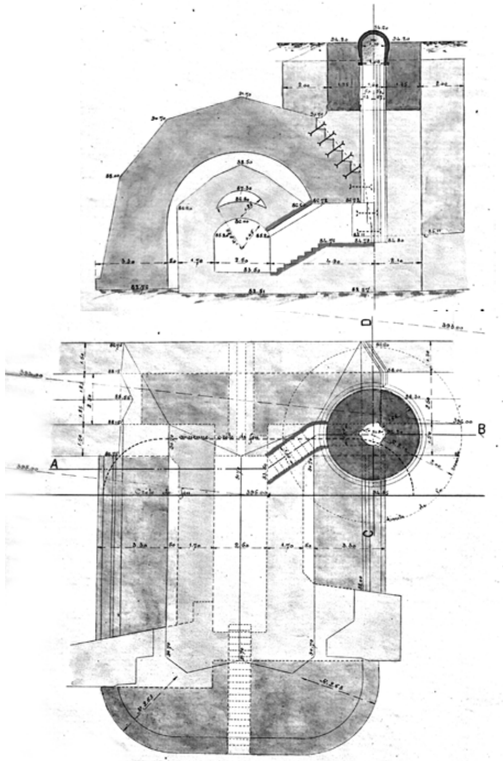
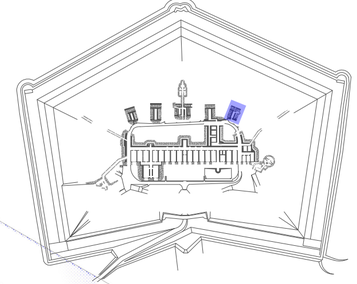
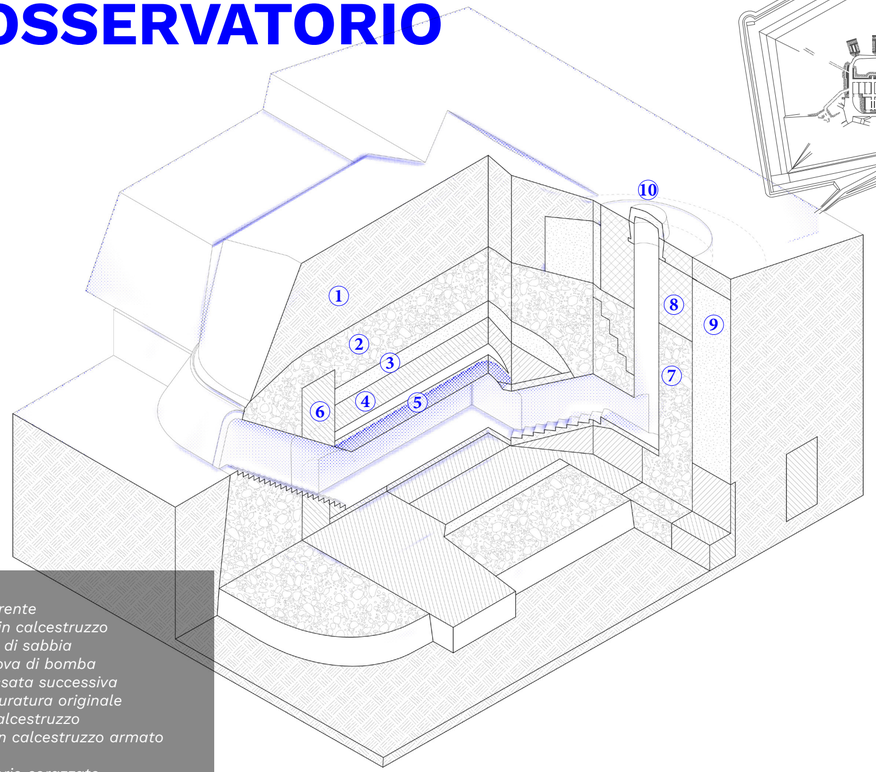


Figura VI.III.30 // *Traversa con osservatorio corazzato - Da SHD, 2 V 340*

TRAVERSA DI SPALLA CON OSSERVATORIO





Legenda

1 - Massa coprente
2 - Carapace in calcestruzzo
3 - Cuscinetto di sabbia
4 - Volta a prova di bomba
5 - Volta ribassata successiva
6 - Setto in muratura originale
7 - Pozzo in calcestruzzo
8 - Collarino in calcestruzzo armato
9 - Sabbia
10 - Osservatorio corazzato

0 1 2 5m

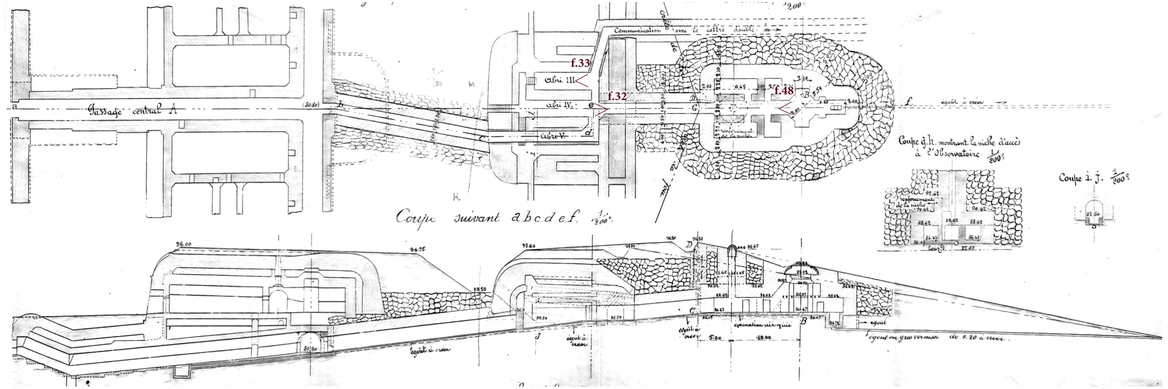


Figura VI.III.31 *// Collegamenti tra la caserma rinforzata a sinistra, la traversa centrale e il massiccio in calcestruzzo armato per la torretta per due cannoni da 75 mm - Da SHD, 2 V 340*

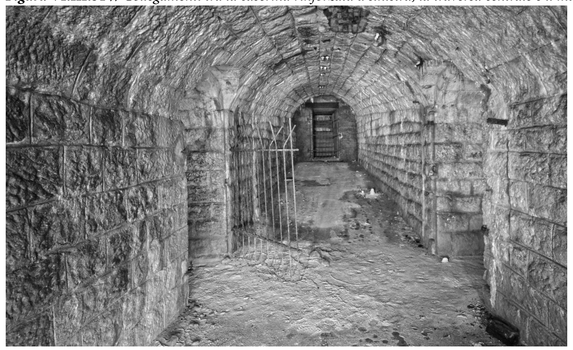


Figura VI.III.32 *// Scala di accesso alla traversa centrale - Da Fortifsere.fr*

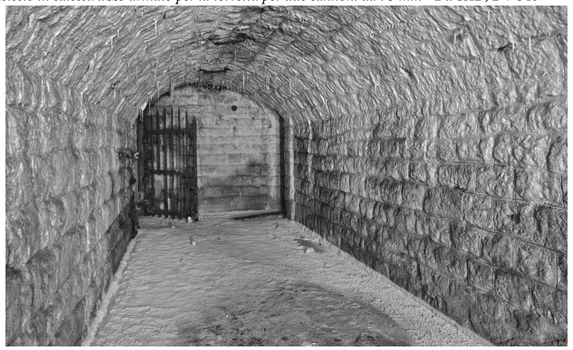


Figura VI.III.33 *// Cancello di accesso alla posterla verso il cofano centrale - Da Fortifsere.fr*

pendenza naturale, portando a quello che viene definito *profil triangulaire*. Venne mantenuto esclusivamente sul fronte di gola e nel punto d'incontro tra il suo fossato e quello dei fianchi fu disposto un diamante più profondo. Completò la modifica del fossato l'innesto di griglie alte 3 metri sulla sommità dello spalto - poi spostate sul muro di controscarpa per impedire di passarvi sotto nel momento in cui un bombardamento avesse smosso il terreno[347] -, e ai piedi del pendio del ramparo. Nel 1901 fu approvata la disposizione di una fascia di filo spinato larga 20 metri e alta fino a 1,2 metri, comportando una rielaborazione del terreno dello spalto al fine di creare una contropendenza che schermasse la cortina alla vista dell'assediante e al tempo stesso consentisse alle difese ravvicinate di battere l'intera area senza angoli ciechi. Il livello dello spalto fu dunque di fatto ribassato di un'altezza corrispondente a quella della cortina di filo spinato e si ipotizzò di impiegare la terra rimossa, ben 26.000 metri cubi, per costruire un rivellino in gola invece di spostarla altrove facendo lievitare i costi, ma l'ipotesi fu scartata poiché sarebbe stato d'intralcio al fuoco della cresta di gola ed era preferibile che la difesa ravvicinata fosse fornita dal forte stesso e non da opere accessorie, tanto che un rivellino già presente fu demolito dal vicino Fort de Rozellier[348].

Aggiunte all'impianto

Con l'obiettivo di fiancheggiare Fort de Vaux e la zona di Hardaumont venne proposta, nel 1889, una batteria arretrata da costruire a 300 metri di distanza, armata degli stessi pezzi da 95 mm sulla gola de forte per proteggerli dal tiro di rovescio. La questione fu oggetto di accesi dibattiti tra i servizi del Genio e dell'Artiglieria riguardo alla sua funzione e collocazione, ma alla fine si decise di erigerla altrove, nel bosco di Fausse-Côte, dal momento che nella sua posizione originale avrebbe avuto un campo visivo troppo ristretto, e doveva disporre di quattro pezzi da campagna invece di due[349], probabilmente non più forniti dal forte per via della distanza.
Il programma di rinforzo del 1901 inaugurò l'uso massiccio di elementi corazzati nel forte. Il primo passo fu l'aggiunta di una torretta a scomparsa per mitragliatrici su ciascuna spalla (***fig. VI.III.34-39***), già ordinate nel 1899[350] ma ricevute e installate nel 1903[351], destinata a battere i settori antistanti i fossati e i fianchi, e degli annessi osservatori corazzati, in posizione più avanzata. L'individuazione delle torrette e degli osservatori doveva essere impedita, dalla distanza, dalla massiccio centrale del forte[352], a quota più elevata, ed entrambi erano accessibili dalle posterle di spalla

347 *Ibid.*
348 *Verdun - Réorganisation des réseaux de fil de fer du fort de Douaumont et création d'un ravelin de gorge*, SHD, 2 V 102
349 *Avis commun, Construction d'une batterie en arrière du fort de Douaumont à Verdun*, SHD, 2 V 102
350 *Proces-verbal de la réunion de la Commission de réception des tourelles à éclipse pour mitrailleuses du fort de Douaumont*, SHD, 2 V 340
351 *Lettera del comandante dell'artiglieria di Verdun Chenet al capo della Section Technique du Génie*, SHD, 2 V 340; *Minute de lettre au Chef d'Escadron Commandant d'artillerie de l'arrondissement de Verdun par le Colonel Goetschy de la S.T. du G.*, SHD, 2 V 340
352 *Proces-verbal de la Conférence relatif à l'étude de l'installation des tourelles pour mitrailleuses et des observatoires cuirassées fixes au fort de Douaumont*, SHD, 2 V 340

per il raggiungimento dei cofani di controscarpa[353]. Nel pozzo in calcestruzzo furono ricavate, al livello inferiore, quattro nicchie adibite a riservetta di munizioni.

Probabilmente in corrispondenza delle due traverse sul ramparo di gola, due garitte corazzate leggere, adatte solo alla protezione contro le schegge, furono installate nel 1902[354].

Il progetto di rinforzo del 1901 prevedeva diverse integrazioni. Venne avanzata l'idea di posizionare sulla spalla destra una torretta a scomparsa per due cannoni da 120 mm, da collocarsi possibilmente in posizione rialzata per non essere interdetta nel settore ovest dal massiccio delle caserme, destinata a coprire Fort de Vaux e ostacolare l'allestimento di batterie d'assedio nel settore nord, a Hardaumont[355]. Non è noto quale modello di torretta fosse da adottare nè di quali cannoni si parli, dal momento che non risulta in alcun caso l'adozione effettiva di questa tipologia. Nella stessa posizione, infatti, fu in realtà posizionata una torretta a scomparsa di tipo Galopin (***fig. VI.III.40-46***) per un solo cannone da 155 mm, i cui dettagli furono finalizzati nel corso del 1906[356]. La torretta era collocata in un complesso interamente di nuova costruzione in calcestruzzo armato, che si innestava direttamente sull'estremità est della caserma, dov'erano situate le latrine per la truppa. La necessità di scavare in profondità per realizzare le fondazioni su uno strato di suolo più solido fu sfruttata per sviluppare il nuovo blocco su due livelli, in cui quello inferiore sarebbe stato destinato a un deposito di munizioni per tremila proietti e cariche di lancio, da condurre ai laboratori di confezionamento delle munizioni mediante montacarichi. Un sistema di condutture sotterranee avrebbe permesso l'evacuazione dell'aria viziata, mediante un ventilatore posizionato al livello superiore. Vista l'ampiezza del settore di tiro da coprire, un solo osservatorio corazzato non sarebbe stato sufficiente. Una nota del 1905[357] rileva che un singolo osservatorio posizionato dietro alla torretta - come necessario per consentirne il tiro sull'arco desiderato - avrebbe avuto la visuale ostruita dalla torretta stessa nel momento in cui questa fosse stata in batteria, inconveniente che sarebbe stato risolto dall'adozione di un secondo osservatorio, ipotesi già contemplata anche dal servizio tecnico del Genio per sorvegliare il settore nord-ovest. Ne furono in effetti installati due. Il primo era accessibile dallo stesso complesso in calcestruzzo armato, schermato da nord dal massiccio della caserma e collegato alla camera di manovra da un tubo acustico definito nel dettaglio nel 1908[358]. Il secondo fu posizionato sulla

353 *Rapport de la délégation des Sections technique de l'Artillerie et du Génie sur le Renforcement du fort de Douaumont*, à Verdun, SHD, 2 V 102
354 *Lettera del Ministro della Guerra al presidente del Comitato Tecnico del Genio*, SHD, 2 V 340; A. Durup de Balein, p. 15
355 *Rapport de la délégation des Sections technique de l'Artillerie et du Génie sur le Renforcement du fort de Douaumont*, à Verdun, SHD, 2 V 102
356 *Proces-verbal de la Conférence relatif à l'installation dans le fort de Douaumont d'une tourelle pour un canon de 155 mm raccourci et de deux observatoires cuirassées*, SHD, 2 V 340
357 *Minute de lettre à Monsieur le Chef de Bataillon, Chef du Génie, a Verdun par le Capitaine Boissin de la Section Technique du Génie*, SHD, 2 V 340
358 *Tourelle de 155 R. de Douaumont: communication acoustique entre l'observatoire du massif de la tourelle et la tourelle*, SHD, 2 V 340

traversa-riparo del fronte est e comunicava con la torretta grazie a una linea telefonica. La sua costruzione richiese di modificare il carapace del riparo per innestarvi il pozzo della garitta - in calcestruzzo speciale nella parte inferiore e armato in quella superiore - e la scala in muratura per accedervi. Dalla sezione 1:100 riportata nel dossier sembra che il raccordo tra il calcestruzzo esistente e quello nuovo sia stato reso più solido mediante staffe metalliche[359].

Per il fiancheggiamento dell'intervallo ovest fu predisposta una casamatta di Bourges (***fig. VI.III.49-51***), defilata dal tiro proveniente da nord e a cui era annesso un ricovero con una sola camerata per ospitare venti fanti. La casamatta seguiva una configurazione convenzionale, coperta da un solaio in calcestruzzo armato spesso 1,7 metri e pareti in calcestruzzo ordinario spesso 2,5. Originariamente da armare con due vecchi pezzi da 95 mm ma con la possibilità di essere aggiornata con i pezzi rapidi da 75 mm, fu la prima delle realizzazioni in calcestruzzo armato del forte[360].

L'ultima serie di trasformazioni che interessò il forte si svolse tra il 1910 e il 1914, nel contesto del programma avviato nel campo trincerato di Verdun a partire dal 1908 con l'intento di articolarlo in centri di resistenza - tra cui Fort de Douaumont - collegati da intervalli massicciamente armati da batterie indipendenti[361]. In particolare, l'installazione di una torretta a scomparsa per due cannoni da 75 mm sul saliente del forte (***fig. VI.III.31,47-48***), la cui pianificazione di dettaglio iniziò nel 1910, anche se studi preliminari ci furono già nel 1908. Per la sua realizzazione venne prevista l'eliminazione dell'angolo smussato del ramparo sul saliente e dunque la prosecuzione delle creste, rispetto alle quali la torretta era avanzata di 15 metri. La torretta era installata in un massiccio in calcestruzzo raggiungibile dalla traversa del saliente e sul quale si innestava il pozzo l'osservatorio corazzato, raggiungibile tramite una scala ricavata in una nicchia nel corridoio centrale e disposto sulla bisettrice dell'arco di tiro. Tutto il massiccio in calcestruzzo doveva essere coperto ulteriormente da uno strato di pietrame di 2,5 metri[362]. Nel 1911 la torretta era stata ultimata e collaudata a Bourges e la sua installazione si concluse nel 1913[363].

VI.III.III. Le opere annesse

Al 1913 risalgono i progetti per alcune opere annesse, che tuttavia non sembra siano mai state ultimate.

Il primo prevedeva l'installazione di un'altra torretta per due cannoni da 75 mm, in un massiccio in calcestruzzo analogo a quello del forte - e a quello di tutti gli altri forti - da aggiungere alla batteria annessa (***fig. VI.III.52-53***) sul fianco est

359 *Plan et coupes de l'observatoire de l'abri VII*, SHD, 2 V 340
360 *Ibid.*
361 G. Le Hallé, p. 120
362 *Proces-verbal de la Confèrence relatif à l'installation dans le fort de Douaumont d'une tourelle pour 2 canons de 75 mm et d'un observatoire cuirassé*, SHD, 2 V 340
363 *Rapport de la Commission de réception de la tourelle à éclipse pour 2 canon de 75 mm du Fort de Douaumont*, SHD, 2 V 340

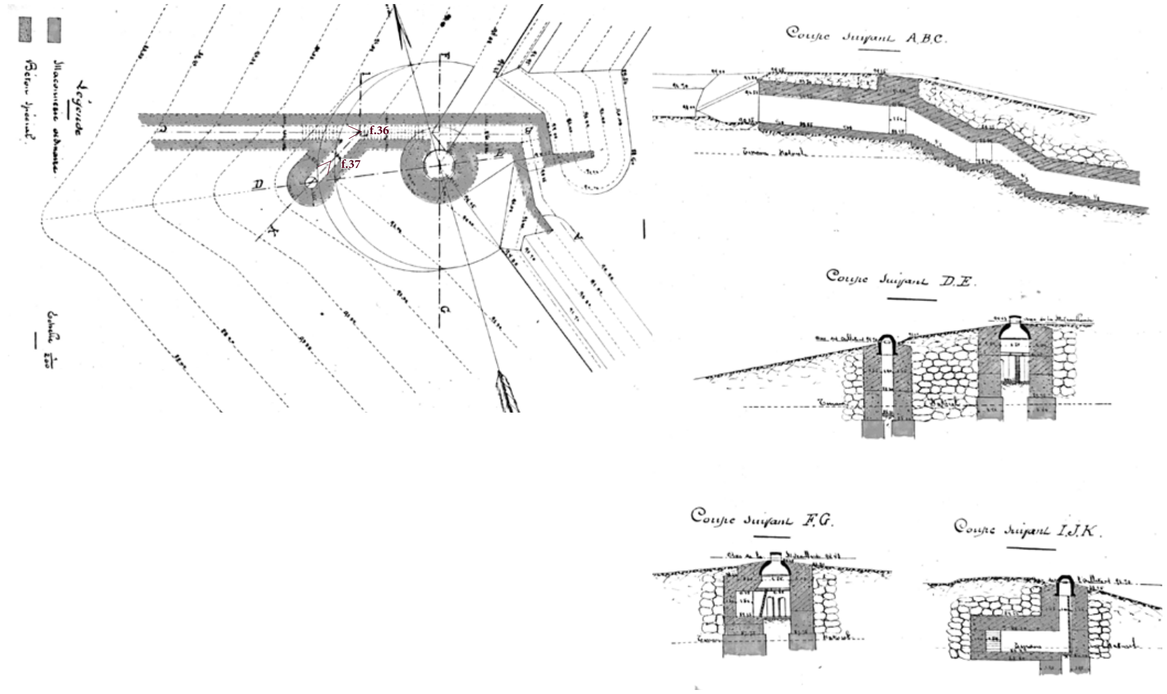


Figura VI.III.34 *// Schizzi del blocco della torretta per mitragliatrici di spalla destra, 1901 - Da SHD, 2 V 340*

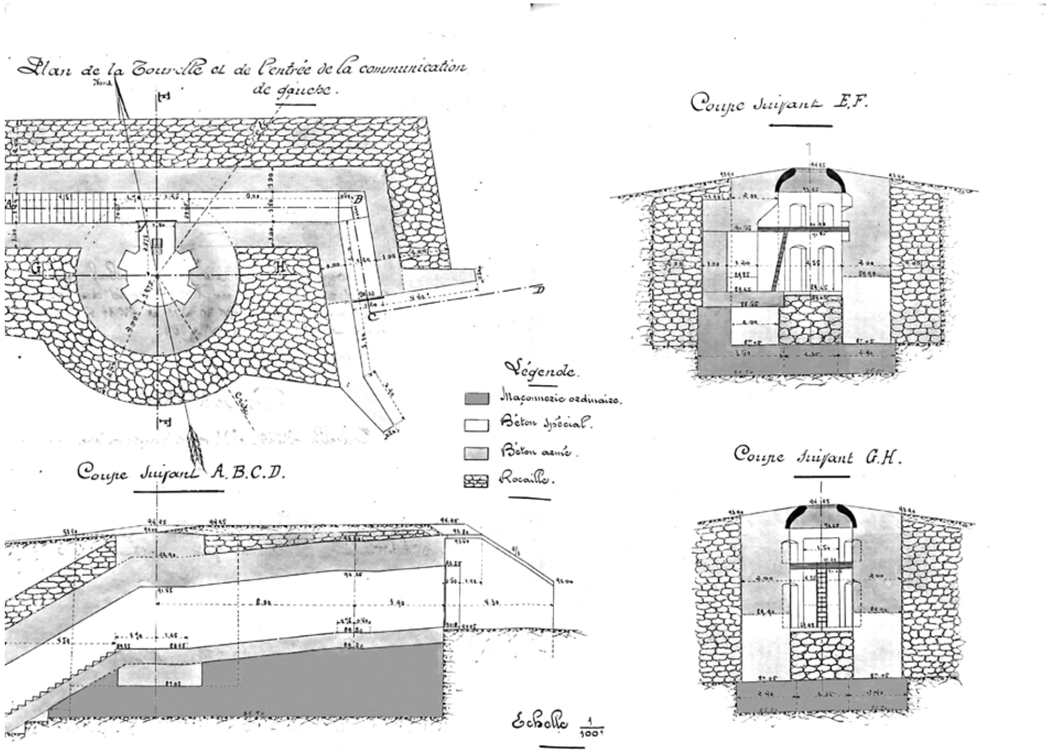


Figura VI.III.35 *// Schizzi del blocco della torretta per mitragliatrici di spalla destra, 1904 - Da SHD, 2 V 340*

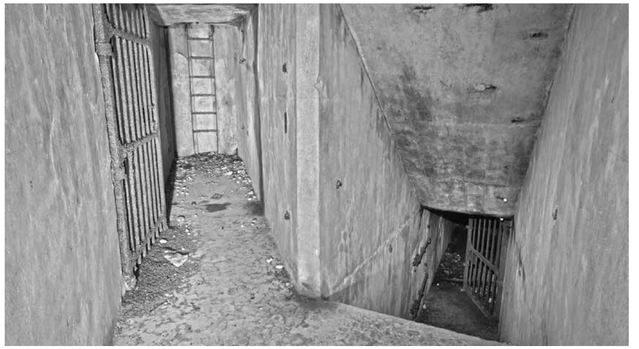


Figura VI.III.36 *// Inizio della posterla per il cofano di spalla dal blocco della torretta - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.37 *// Scala verso l'osservatorio annesso alla torretta - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.38 *// Osservatorio corazzato annesso alla torretta sullo sfondo - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.39 *// Rivestimento protettivo in cemento del collarino - Foto dell'autore*

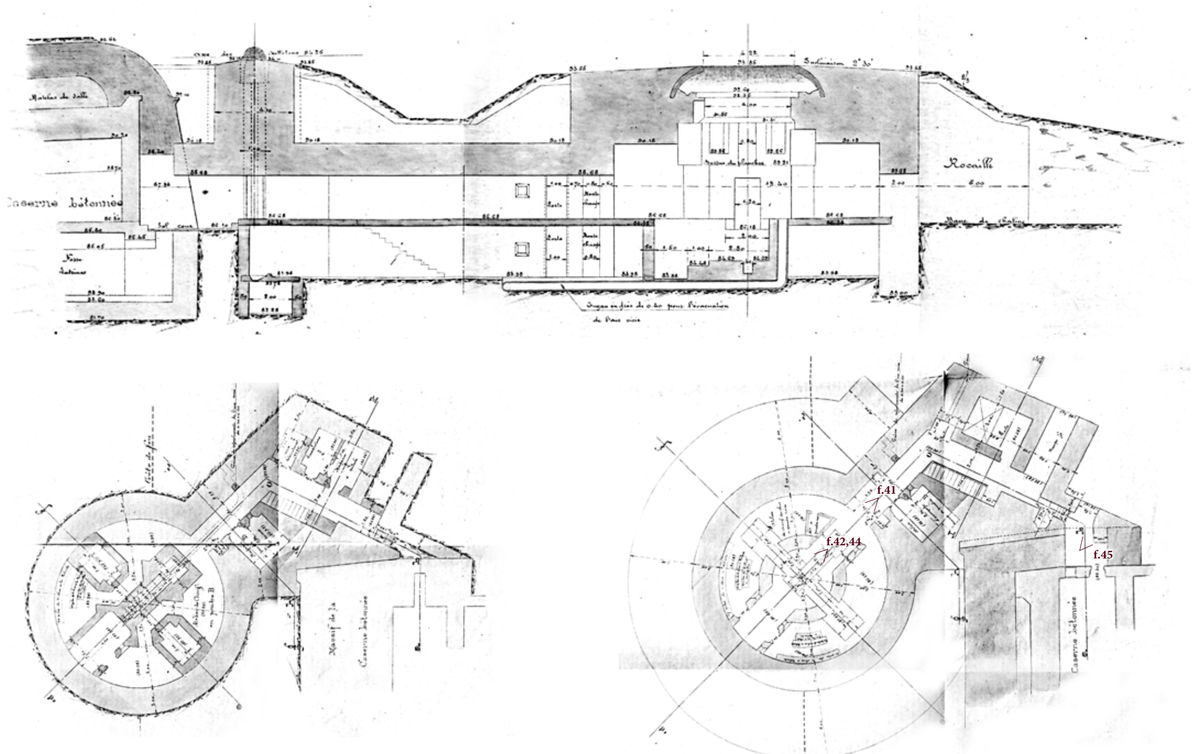


Figura VI.III.40 *// Progetto del blocco in calcestruzzo per la torretta con cannone da 155 mm, con piano interrato e piano terra, 1907 - Da SHD, 2 V 340*



Figura VI.III.41 *// Camera inferiore della torretta Galopin - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.42 *// Meccanismo di rotazione - Foto dell'autore*



Figura VI.III.43 *// Segni di shrapnel sulla torretta Galopin - Foto dell'autore*

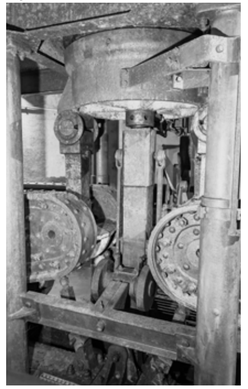




Figura VI.III.44 *// Bracci del bilancere della torretta - Foto dell'autore*



Figura VI.III.45 *// Innesto del blocco in calcestruzzo armato sul carapace del 1888 - Foto dell'autore*



Figura VI.III.46 *// Rete contenitiva dei solai in calcestruzzo armato - Foto dell'autore*



Figura VI.III.47 *// Campo visivo della torretta per due cannoni da 75 mm - Foto dell'autore*



Figura VI.III.48 *// Camera inferiore della torretta per due cannoni da 75 mm - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.49 *// Resti della casamatta di Bourges - Da Fortifsere.fr*



Figura VI.III.50 *// Porzione ricostruita nel 1917 - Foto dell'autore*



Figura VI.III.51 *// Interno della casamatta - Da Fortifsere.fr*

già costruita in precedenza, armata con quattro pezzi in barbetta da 120 mm[364]. Le operazioni di betonaggio sarebbero dovute iniziare nei primi mesi del 1914[365], e il montaggio delle torrette sarebbe dovuto iniziare a luglio dello stesso anno, quando furono messi in opera il carroponte e le impalcature di cantiere[366], da concludersi presumibilmente a novembre[367]. Lo scoppio della Prima Guerra Mondiale impedirà la conclusione dell'opera, di cui solo il blocco in calcestruzzo fu ultimato, chiudendo il pozzo con rotaie ferroviarie e fungerà da riparo per le truppe del settore nel corso della guerra[368].

Nello stesso anno si fece strada l'idea di erigere a sud del forte una batteria corazzata per due torrette armate da un solo cannone da 155 mm (***fig. VI.III.54***), analoga a quelle già costruite a Toul e Épinal[369]. La batteria doveva essere composta da due torrette disposte alla medesima quota, che avrebbero dovuto battere l'intero settore da nord-ovest a nord-est, rispetto al quale erano defilate dalla massa del forte. Per questo motivo venne ritenuto superfluo dotare la batteria di un osservatorio corazzato, affidandosi ad altri già presenti, ai quali sarebbe probabilmente stata collegata da una linea telefonica, o da osservatori aerei. La batteria era raggiungibile dal forte mediante un sentiero che si ricongiungeva all'ingresso principale. Trovandosi isolata, la difesa ravvicinata sarebbe stata fornita, passivamente, da una fascia di filo spinato larga 10 metri[370]. L'impianto era piuttosto semplice, formato dai due pozzi per torrette disposti simmetricamente intorno a un corpo centrale con i depositi per le cariche propellenti, i laboratori di confezionamento di munizioni e due piccole camerate, una per la truppa e una per il comandante della batteria. La costruzione doveva essere mista, con i piedritti in calcestruzzo semplice, mentre gli orizzontamenti erano armati[371]. Uno strato di pietrame, spesso fino a 4 metri sul perimetro e meno di 2 sulla copertura, avrebbe avvolto la costruzione. Fatto assolutamente inusuale, le torrette qui impiegate non sarebbero state quelle a scomparsa di tipo Galopin. Le bozze progettuali infatti mostrano, schematicamente, un modello diverso, formato solo da una calotta sferica corazzata[372] e senza capacità di sollevarsi o abbassarsi, simile agli esemplari tedeschi dello stesso periodo. In effetti, la posizione defilata della batteria avrebbe reso completamente superfluo l'impiego di un costoso modello a scomparsa come quello di Galopin. Si trattava, infatti, di un modello relativamente recente, sviluppato per ospitare un pezzo corto a tiro rapido da 155 mm studiato a partire dal 1903 e formata da una semplice calotta in acciaio spessa 30 cm impostata su un anello dello stesso materiale e fissato alla sottostruttura in carpenteria metallica, similmente a un progetto scartato delle fonderie Montluçon[373].

364 G. Le Hallé, p. 116
365 *Lettera del capo del Genio Benoit al capo della Sezione Tecnica del Genio*, SHD, 2 V 340
366 *Lettera del capo del Genio Benoit al capo della Sezione Tecnica del Genio*, SHD, 2 V 340
367 *Lettera del capo della Sezione Tecnica del Genio Mourral al comandante di artiglieria di Verdun*, SHD, 2 V 340
368 *https://fortifsere.fr/la-batterie-cuirassee-dune-tourelle-de-75r05-annexe-au-fort-de-douaumont*, consultato in data 24/07/2026
369 *Lettera del capo del Genio Benoit al capo della Sezione Tecnica del Genio*, SHD, 2 V 340; *Lettera del capo della Sezione Tecnica del Genio Mourral a Benoit*, SHD, 2 V 340
370 *Proces-verbal de la Conférence relatif à l'installation d'une batterie cuirassée de deux tourelles de 155 C. en dehors du Fort de Douaumont*, SHD, 2 V 340
371 *Batterie cuirassé de 155 court, Plan*, SHD, 2 V 340
372 *Batterie cuirassé de 155 court, Coupe longitudinale suivant MN*, SHD, 2 V 340

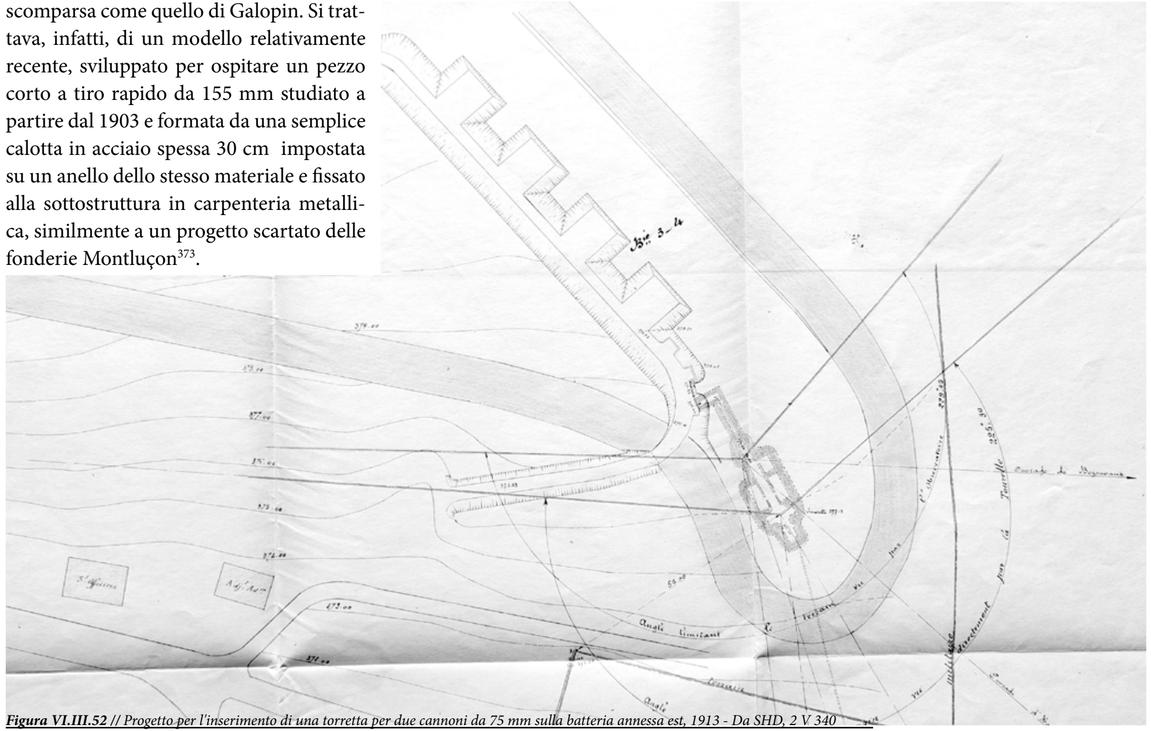


Figura VI.III.52 *// Progetto per l'inserimento di una torretta per due cannoni da 75 mm sulla batteria annessa est, 1913 - Da SHD, 2 V 340*

373 [s. n.] Tricaud, *Cours de fortification, Cuirassements, ...* , pp. 92-94; *https://fortifsere.fr/la-tourelle-tournante-modele-1908-pour-155-canon-de-155-court/*, consultato in data 24/07/2026,

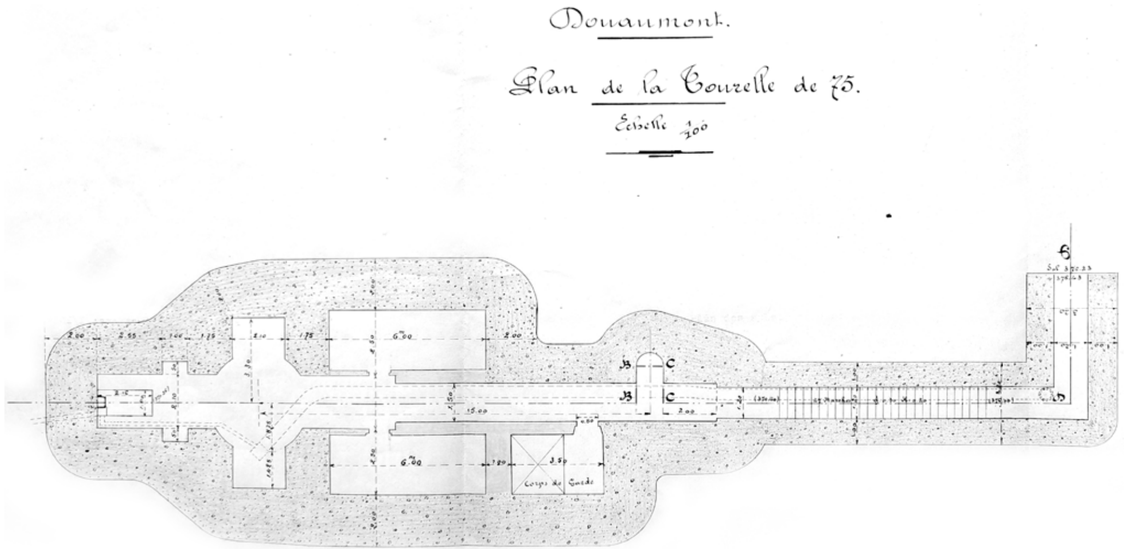


Figura VI.III.53 *// Progetto del blocco per la torretta con due cannoni da 75 mm sulla batteria annessa est, 1913 - Da SHD, 2 V 340*

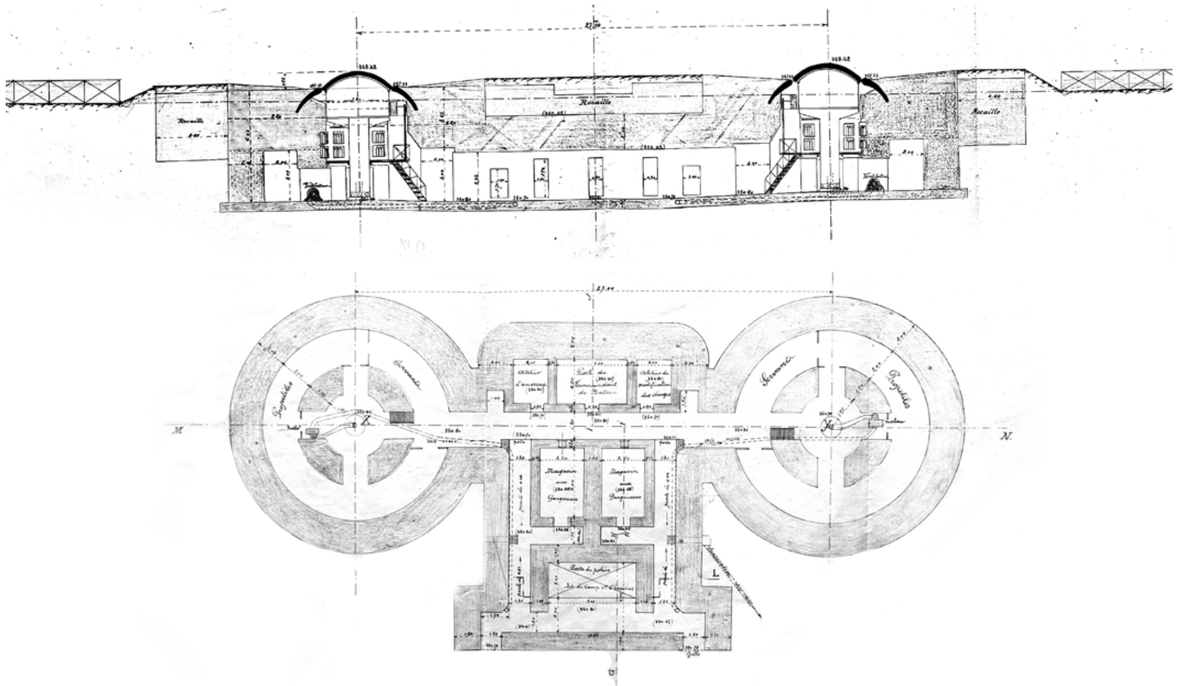


Figura VI.III.54 *// Progetto della batteria corazzata per due torrette rotanti con un cannone da 155 mm, 1913 - Da SHD, 2 V 340*

VII. Epilogo

Fort Manstein e Fort Douaumont seguirono due destini molto diversi. Per il carattere che andò ad assumere la Grande Guerra, il primo non ricevette mai il battesimo del fuoco, occupando una posizione di seconda linea all'interno di un campo trincerato i cui cannoni quasi non spararono un solo colpo per l'intera durata della guerra - solo Feste Kronprinz entrò brevemente in azione sul finire del 1918 -, ma quando Metz tornò in mani francesi, la natura dispersa delle fortificazioni messine costituì una fonte d'ispirazione per la futura linea Maginot[374]. Paradossalmente, tuttavia, questi forti diedero prova di sé nel 1944 durante la liberazione della Francia, ancora una volta occupata dai tedeschi. La tenace resistenza opposta indusse gli americani a prendere i forti per fame e, ancora oggi, un'inscrizione nel Feste Kronprinz lo ricorda: *Nur der Hunger war Schuld daran* - solo la fame fu responsabile[375]. In effetti, tutti i danni oggi riscontrabili nelle installazioni di Saint Quintin sono riconducibili alla Seconda Guerra Mondiale e le profonde lacerazioni nella caserma centrale, nell'osservatorio sul saliente e nella posterla per la batteria sul terrazzamento furono causate da un bombardamento aereo sul forte.

La sorte che spettò a Fort Douaumont fu, invece, più drammatica. Il forte entrò in azione già nel corso della prima battaglia della Marna, tirando, con il suo cannone da 155 mm in torretta, contro le posizioni tedesche a nord di Verdun e subendo leggeri danni a seguito di un bombardamento di artiglieria media e leggera. La rapida e sistematica demolizione nel 1914 dei forti di Liegi, Anversa e Namur, progettati da Brialmont, nonché della piazzaforte di Maubeuge opera dei formidabili obici Krupp da 42 cm sollevò qualche comprensibile dubbio riguardo alla capacità dei forti, anche dove ammodernati, di opporre un'adeguata resistenza. Nel 1915 fu pertanto presa la decisione spedire gran parte dell'artiglieria di fortezza e dei fanti di guarnigione là dove ce n'era più bisogno, al fronte, lasciando a Douaumont solo i pezzi da 155 e 75 mm in torretta, rimuovendo mitragliatrici, pezzi in barbetta, della casamatta di Bourges e delle batterie annesse[376]. Nello stesso anno il forte, ormai l'ombra di ciò che un tempo era stato, fu messo alla prova contro gli obici Krupp. Sorprendentemente, i danni furono contenuti e limitati all'ala destra, il cui carapace era più sottile, dove collassarono la copertura dei forni e del corridoio adiacente[377]. Quando i comandi tedeschi decisero di scatenare su Verdun una battaglia il cui solo scopo doveva essere quello di erodere fino allo sfinimento le forze francesi, il forte era poco più che una caserma guarnita da poco più di sessanta uomini. La sua caduta fu ai limiti del grottesco: ad appena quattro giorni dall'inizio della battaglia, uno sparuto contingente di fanti e pionieri del Brandeburgo riuscirono, nottetempo, a farsi strada fino allo spalto del forte, superare il filo spinato e calarsi nel fossato, per poi addentrarsi nel forte dagli accessi nella via del ramparo. Una volta dentro, furono in grado di radunare rapidamente la piccola guarnigione, rifugiatasi nei livelli inferiori per sfuggire al bombardamento, e a farli prigionieri. Cadde così, in modo inglorioso, la punta di diamante e il forte più possente di Verdun[378]. Occupato dai tedeschi, divenne un riparo e base logistica per le operazioni tedesche, dotandolo di rinforzi e nuove gallerie di comunicazione e accesso. Da questo momento il forte iniziò a essere bombardato senza sosta dall'artiglieria francese, alla quale sono imputabili i gravi danni che riporta ancora oggi, soprattutto verso il fronte di gola, e che trasformarono la massa coprente in terra nel paesaggio lunare visibile ancora oggi, appena allietato dalla vegetazione spontanea. L'8 maggio 1916 una catastrofe si abbatté sulle truppe tedesche che occupavano il forte quando una granata difettosa scoppiò al suo interno, incendiando il combustibile di un lanciafiamme e facendo detonare un deposito di cariche propellenti e di munizioni per il cannone da 155 mm. Nell'incidente persero la vita più di seicento soldati e altri milleottocento rimasero feriti. I corpi furono raggruppati sulla via del ramparo e sepolti nelle traverse. L'impatto morale fu enorme e il forte fu ricatturato nell'ottobre del 1916, dopo un pesante bombardamento con un cannone ferroviario da 400 mm, le cui granate erano in grado di perforare lo spesso carapace in calcestruzzo. Una di queste colpì la casamatta di Bourges, com'è testimoniano le sue condizioni attuali. Con la minaccia di un nuovo incendio in un deposito di munizioni, buona parte della guarnigione fu evacuata e il forte venne ufficialmente riconquistato il 25 febbraio 1916. Nei rimanenti anni di guerra, ancora sotto il fuoco tedesco, interventi di emergenza furono messi in atto per rimettere in sesto il forte, tra cui la ricostruzione delle comunicazioni inagibili, il tamponamento della facciata sud della caserma e dei cofani con nuovi muri per ricavarne casematte, la ricostruzione in calcestruzzo armato la facciata nord della casamatta di Bourges, l'iniezione di cemento nel collarino della torretta sul saliente e lo scavo di un pozzo ampio 2 metri e profondo 45 venne, fino allo strato di suolo calcareo, per ricavarvi nuove gallerie di accesso alle torrette e ai cofani. I lavori completi sono riportati nell'articolo di Tournoux sulla *Revue du Génie Militaire,* scritto in collaborazione con il comandante del forte Gilson[379].

Indipendentemente dalla buona resistenza dimostrata dal Fort de Douaumont, la cui rapida cattura non può certo essere ricondotta a un carapace troppo sottile o una miscela sbagliata di calcestruzzo, fu chiaro che l'età dei forti distaccati, e della fortificazione tradizionale in generale, era giunta al termine. Il gigantismo che segnò la Grande Guerra, le sue battaglie fuori scala, i colossali pezzi di artiglieria che potevano essere sfruttati a pieno potenziale

374 P. Burtscher, F. Hoff, *Les fortifications allemandes d'Alsace-Lorraine, 1870-1918*, Histoire&Collections, Parigi, 2022, p. 62
375 A. Hohnadel, P. Bestetti, p. 58
376 A. Durup de Balein, p. 18
377 C. Holstein, pp. 41-42
378 *Ivi*, pp. 44-57
379 P-E. Tournoux, [s.n.] Gilson, «Travaux exécutés à Douaumont après la reprise du fort», in *Revue du génie militaire*, vol. II, n° XLII, 1928, p.31

solo in una guerra statica - meno successo ebbero artiglierie di calibro anche superiore nel secondo conflitto mondiale - si riversarono senza pietà su opere pur sempre estese, difficilmente camuffabili e che potevano essere prese di mira con tutta calma. L'avvento, poi, della guerra aerea e dei bombardamenti dal cielo, di cui un assaggio si ebbe già nel corso della Prima Guerra Mondiale non poterono che aggravare questa situazione. Fort Manstein e Fort de Douamont e la generazione a cui appartengono rappresentano il canto del cigno di una tradizione fortificatoria secolare, che avrebbe ceduto il passo, finalmente, all'attuazione su grande scala delle teorie ottocentesche sulla fortificazione diffusa, lungo i nuovi confini europei definiti dai trattati post-bellici, in Francia, Germania, Italia, Unione Sovietica e Finlandia. L'eredità che lasciarono fu, comunque, fertile. L'impiego del calcestruzzo armato e delle corazzature metalliche, in forma di casematte, torrette e osservatori, sperimentati per la prima volta sui forti di vecchia concezione, sarebbero infatti diventati parte integrante di tutte le nuove opere di fortificazione, in tutto il mondo, fino ad oggi.

VIII. Conclusioni

Lo studio condotto ha permesso di sviscerare nelle sue componenti più essenziali l'architettura dei forti del tardo Ottocento in Francia e Germania, analizzati attraverso i temi del sistema territoriale e dell'impianto, in generale, e dei singoli elementi e materiali in particolare, permettendo di evidenziare con chiarezza il modo in cui presero forma in risposta agli sviluppi dell'industria bellica. Sono stati esaminati gli eventi storici, le critiche e le teorie che portarono i forti dell'epoca a manifestarsi nelle forme in cui li possiamo vedere ancora oggi, concepite, maturate e affinate, pezzo per pezzo, ogni qual volta l'esperienza pratica indicasse spietatamente la via da percorrere. Se l'architetto civile poteva dormire sogni sereni, sapendo che le leggi fisiche che regolavano il comportamento degli edifici non sarebbero cambiate da un giorno all'altro, e guardando agli sviluppi tecnologici come a un'opportunità, l'ingegnere militare di fine Ottocento dovette fare i conti con un contesto straordinariamente dinamico in cui ogni giorno lo sviluppo di una nuova miscela esplosiva, di una nuova munizione, di un nuovo pezzo di artiglieria minacciava di rendere obsoleto il lavoro svolto fino a poco tempo prima: la tecnologia non era un'opportunità, ma il mezzo per porre rimedio a un problema posto dalla tecnologia stessa. Questo senso di sconforto si percepisce chiaramente durante la lettura degli articoli pubblicati nelle riviste del Genio e l'emergere ciclico della questione sull'utilità delle fortificazioni permanenti ne è una prova. È forse per questo che l'architettura militare, che sarebbe più appropriato chiamare *ingegneria* militare, andò incontro a un imbarbarimento formale che sarebbe sfociato nel grezzo funzionalismo delle opere fortificate erette dopo la Grande Guerra.

Nonostante sia fuori dubbio che l'architettura di un forte del tardo Ottocento sia prevalentemente una questione di impianto, di singoli *organi* e del modo in cui questi rispondano alle esigenze difensive del periodo, sarebbe sbagliato ridurla a un puro pragmatismo. Si possono ancora percepire, infatti, gli ultimi echi di quella volontà di dimostrare la magnificenza del proprio sovrano o della propria nazione attraverso grandiose architetture - tipicamente i portali d'ingresso alle fortezze - che caratterizzò i secoli dell'assolutismo. Nel 1681 il Segretario di Stato Lauvois scrisse una lettera a Vauban per richiedere la stesura di progetti più semplici ed economici per le porte della cinta di Strasburgo, giudicate *trop grands et trop magnifique*. Ma Vauban si rifiutò, poiché Strasburgo era la porta verso la Germania, e *i tedeschi erano gente estremamente curiosa e di norma buoni intenditori, che avrebbero certamente giudicato la magnificenza di un re dalla bellezza delle sue porte*[380]. Pare , in effetti, che le apparenze fossero prese molto seriamente in Germania, dove si spendevano ingenti somme per rivestimenti murari, porte e cartigli scolpiti[381]. I fabbricati militari erano una manifestazione dello Stato e in quanto tale dovevano presentarsi in modo degno, seppur tendenzialmente austero. Tuttavia, l'Ottocento vide il progressivo allontanarsi dell'architettura difensiva dai centri cittadini: non più piazzeforti fiere e minacciose *sul* terreno, ma opere comparativamente piccole, invisibili, nascoste *nel* terreno. Ne conseguì la scomparsa graduale di quella rappresentazione simbolica del potere statale che aveva caratterizzato il Seicento e il Settecento, che invece rimase in quegli edifici militari privi di una funzione difensiva vera e propria - caserme, ospedali, uffici amministrativi - e nei quali si possono leggere i caratteri dei diversi linguaggi nazionali - e dei relativi revival - che caratterizzarono il periodo in cui furono costruiti. Gli elementi *rundbogenstil* della caserma centrale di Saint Quentin, e i pochi rimandi allo stesso linguaggio nella porta di accesso di Fort Manstein, rientrano pienamente nella scelta del revival medievale come linguaggio nazionale per la nuova Germania unita e, specialmente a Metz, come il segno distintivo del nuovo padrone tedesco[382]. In Francia, le porte di accesso ai forti, unica parte in cui si riscontri qualche pretesa architettonica, furono affidate all'iniziativa individuale degli ufficiali che li progettarono e si presentano in una moltitudine di combinazioni architettoniche quasi sempre riconducibili a forme classiche e rinascimentali: profusione di bugnati, paraste, cornici e attici, ricordando spesso degli archi trionfali in miniatura a un solo fornice[383] e non discostandosi particolarmente dalle porte delle fortezze di Vauban. La scelta di questi elementi fu giustificata in maniera tanto brillante quanto semplice da Goetschy nel corso sui fabbricati militari: ogni edificio doveva suscitare un sentimento particolare a seconda della sua funzione e nel farlo avrebbe dovuto rifarsi alla natura; tra gli alberi, la quercia, con i suoi rami orizzontali, era associata a forza e nobiltà; allo stesso modo Atena, simbolo di saggezza, era raffigurata con lineamenti orizzontali. Ne conseguiva che le linee orizzontali con-

380 M. Azan, «L'architecture militaire au service de la représentation de l'État», in *Inflexions*, vol. XIV, n° III, 2019, pp. 197-208

381 C. Duffy, pp. 18-19

382 M. Rudnicka-Bogusz, «The Uniqueness of The German Barracks in The Context of The Style of Military Architecture in The Interwar Period», in *Civil and Environmental Engineering Reports*, vol. XXXIII, n° II, 2023, pp. 34-54

383 P. Truttmann, pp. 190, 214-215

ferissero anche a un edificio un senso di forza e grandezza[384].

La conservazione di questi beni solleva oggi diverse questioni. La prima e più semplice è una puramente numerica: i forti furono costruiti a centinaia e sarebbe impensabile conservarli tutti in uno stato tale da apprezzarne davvero l'impianto e il rapporto con i forti vicini. Bisogna dunque accettare che un certo numero deve necessariamente essere convertito ad altre funzioni o semplicemente lasciato allo stato di rovina, premurandosi di rendere inaccessibili gli interni onde evitare incidenti o lo sfruttamento di spazi bui e isolati da parte di gruppi di dubbia natura - Fort Manstein, ad esempio, era e probabilmente è ancora punto di ritrovo di neonazisti e satanisti -. Laddove si decida di conservare davvero un forte è fondamentale che, oltre alla conservazione del manufatto in sé - pur necessario per preservarne il valore tecnico e architettonico -, ne sia percepibile la natura sistemica, il legame con le opere vicine e la relazione con il terreno e il territorio circostante, elementi riconosciuti a livello internazionale dalla carta ICOFORT sulla conservazione del patrimonio fortificato. Come rilevato da Federica Marulo, l'esistenza di un sistema territoriale, più che di un singolo edificio difensivo, e l'intimo legame con l'elemento naturale che caratterizza le opere di questo periodo, costituiscono un punto critico nella loro tutela, che deve perciò avvalersi anche delle competenze di pianificatori territoriali e architetti del paesaggio[385]. Data la scala in questione, è probabile che un approccio top-down, simile a quanto citato da Marulo nella valorizzazione del sistema difensivo olandese - *Hollandsche Waterlinie* -, sia preferibile per evitare che la conservazione del sistema possa frammentarsi in una serie di iniziative portate avanti da piccole associazioni con risorse economiche limitate.

La seconda questione è legata alla storia dei singoli fabbricati: è possibile che questi siano portatori di valore di memoria o di identità ben più importante rispetto a quello del singolo manufatto o sistema: Fort de Douaumont o Fort de Vaux, a Verdun, sono percepiti in primis come simboli della resistenza francese nella Grande Guerra e in quanto tali sono stati conservati. La loro preservazione allo stato di rovina che assunsero tra il 1915 e il 1918 è stata, probabilmente, la scelta migliore per conservarne la memoria storica, che in questi casi deve avere la precedenza sul manufatto in sé.

La terza e ultima questione riguarda il sentimento nazionale riguardo a questi beni, i quali più sono temporalmente vicini a noi e più portano con sé significati politici che potrebbero non essere visti di buon occhio. La situazione è illustrata in un articolo di Anja Reichert-Schick e Ingo Eberle: in Francia le fortificazioni sono unanimemente considerate patrimonio culturale e preservate con patriottismo - forse anche in virtù della postura difensiva che adottò il paese nei conflitti, almeno in Europa, nel corso del Novecento - e ampi sussidi sono forniti dal governo per la loro valorizzazione. Anche quando questi non sono disponibili, tuttavia, è proprio la percezione positiva di questi beni a far sì che si formino associazioni non profit dedite alla loro conservazione e promozione al pubblico. D'altra parte, la recente storia tedesca sembra aver portato a un rapporto decisamente più problematico nei confronti del proprio patrimonio militare fortificato, che non viene tendenzialmente percepito come una risorsa culturale ed è spesso demolito. Al 2011, anno di pubblicazione dell'articolo, in Lorena esistevano venticinque associazioni dedite alla conservazione delle fortificazioni e mezzo milione di turisti ogni anno, mentre nell'area della Saar, poco oltre il confine, vi n'erano appena due associazioni e dodicimila visitatori[386].

In definitiva, la tutela di queste opere, che costituiscono un capitolo spesso bistrattato della storia dell'architettura ottocentesca, non andrebbe visto come una velleità nostalgica o celebrativa, ma come la volontà di preservare le testimonianze materiali di un passato complesso e necessariamente problematico, che dev'essere in primis compreso e non cancellato. Questa comprensione non può che derivare da una conoscenza profonda sia dei fabbricati in sé che del contesto in cui si formarono, dunque il quadro territoriale e strategico, la collocazione geografica - a cui sono indissolubilmente legati i materiali e le tecniche costruttive - fino ai temi più spinosi: l'evoluzione delle armi e della guerra

384 F. Goetschy, 1886, pp. 39-41

385 F. Marulo, « Historic Military Systems as Heritage: A Comparative Analysis of Preservation Strategies in Western Europe », in *Fort: The International Journal of Fortification and Military Architecture*, vol. LI, 2023, pp. 103-128

386 A. Reichert-Schick, I. Eberle, « Beloved Heritage – Condemned Heritage. About the handling of fortification heritage within the border region Germany-France-Luxembourg », in *Revue Géographique de l'Est*, vol. LI, n° I, 2011

Glossario[1]

B

Barbetta: Piazzola rialzata per artiglieria il cui cannone spara oltre il parapetto senza la necessità di aprirvi una cannoniera.

Bastione: Opera fortificata costituita da un terrapieno contenuto entro un perimetro poligonale di grosse muraglie di sostegno, che nel sistema difensivo, detto appunto bastionato, si costruiva a rinforzo e difesa delle cortine, in corrispondenza degli angoli sporgenti di queste.

C

Cannone: Pezzo d'artiglieria, di calibro superiore ai 20 mm, a canna lunga e atto al fuoco diretto con traiettoria tesa.

Cannoniera: Apertura praticata nelle mura di fortificazioni, nelle murate delle navi, nelle cupole corazzate e nelle postazioni in caverna, per il passaggio della volata delle artiglierie destinate a sparare.

Caponiera: Opera addizionale di fortificazione caratteristica del fronte poligonale, destinata al fiancheggiamento dei fossi; può avere posizioni diverse rispetto alla scarpata del fosso e assumere le forme più svariate.

Casamatta: Locale chiuso, tipicamente voltato e munito di cannoniere, da cui l'artiglieria può operare in modo sicuro.

Cavaliere: Tratto di ramparo di una fortezza più elevato di quello del corpo di piazza, avente lo scopo di permettere di battere con l'artiglieria i punti al coperto del ramparo principale e di continuare la difesa anche dopo la caduta del ramparo antistante.

Cofano di controscarpa: Opera di fortificazione per il fiancheggiamento dei fossati costituita da camere ricavate oltre il muro di controscarpa, accessibili tipicamente mediante una galleria al di sotto del fossato

Collarino: Coronamento protettivo del pozzo di una torretta, solitamente di diametro maggiore e in calcestruzzo

Controguardia: Opera di fortificazione esterna, tipicamente in terra, costruita allo scopo di coprire il muro di scarpa del ramparo del retrostante bastione.

1 Dove possibile, le definizioni sono state tratte dall'Enciclopedia Treccani

Controscarpa: Muratura di sostegno di terre o terrapieni artificiali, costruita a completamento della scarpa, come rafforzamento della proda esterna del fossato.

Cortina: Nell'antica architettura militare, l'insieme dei tratti di una cinta muraria compresi fra le torri o fra i bastioni, con caratteristiche strutturali legate ai diversi sistemi difensivi e offensivi in uso nelle varie epoche.

Cupola: Copertura a calotta sferica di torrette ed osservatori corazzati.

F

Falsabraga Muro di cinta secondario, più basso di quella principale, volto a creare una seconda linea di fuoco.

G

Feritoia: Apertura praticata nelle opere fortificate o nelle piastre di corazzature dei forti e dei carri armati, attraverso la quale il difensore può fare uso delle armi rimanendo al coperto

M

Gola: Faccia posteriore di un'opera difensiva o di un bastione.

Mezzaluna: Opera esterna simile a un bastione con gola a crescente.

Mortaio: Pezzo d'artiglieria a tiro curvo, con angolo superiore a 45°, improntata a massima semplicità e leggerezza, utilizzato per l'appoggio di fuoco indiretto tramite il lancio di bombe a bassa velocità e per battere obiettivi che non possono essere colpiti dal tiro di pezzi d'artiglieria a tiro diretto perchè celati da ostacoli verticali.

O

Muraglia: Corpo cilindrico o più raramente tronco-conico che costituisce l'elemento principale corazzato di una torretta e sulla quale si innesta la copertura piana o a calotta ribassata.

Obice: Pezzo d'artiglieria dalla canna più corta del cannone e più lunga del mortaio, che viene caricato a granate e ha una traiettoria tesa o curva.

Orecchione: Denominazione degli elementi costitutivi del fronte bastionato consistenti in una sporgenza arrotondata del fianco del bastione destinata

a riparare i difensori dai tiri dell'artiglieria nemica.

P

Parapetto: Cresta in terra o muratura dietro la quale fanteria e artiglieria trovano riparo.

R

Ramparo: Copertura di terra che, XV secolo, fu posta a protezione dei muri delle fortificazioni contro il tiro delle artiglierie, all'esterno delle cinte fortificate e talvolta all'interno.

Ridotta: Opera fortificata di modesta importanza, sia isolata sia facente parte di un sistema difensivo più vasto. Può avere carattere stabile, come sede di presidio, per la sorveglianza di una zona di terreno, o provvisorio, come caposaldo di una linea fortificata; talora costituisce la parte più interna di una fortezza, usata come ultima difesa.

Rivellino: Elemento staccato dalla cinta muraria, generalmente più basso di questa ed eretto davanti a una porta, per difenderla dal fuoco e dai proietti lanciati dal nemico e per fornire inoltre, lateralmente, un ottimo tiro fiancheggiante con possibilità di spazzare il fossato che domina, facilitando le sortite degli assediati.

S

Scarpa: Particolare conformazione della superficie esterna di un terreno o di una struttura, secondo un piano inclinato sulla verticale, a sezione obliqua rastremata verso l'alto nella parte esterna, usato nelle fortificazioni a protezione della base della cinta muraria.

Spalto: Terreno in lieve pendio verso l'esterno che circondava la strada coperta o il cammino di ronda o la controscarpa delle opere fortificate per proteggere i difensori che stavano su di esse o per coprire, dal tiro avversario, la rampa del ramparo o quella del fosso.

Spalla: Angolo tra il fronte e il fianco di un bastione o di un forte poligonale.

Saliente: Punta di un bastione o, per estensione, di un forte poligonale.

Strada coperta: Tratto di terreno, che gira intorno al fosso dalla parte della campagna, riparato da un parapetto che si congiunge con lo spalto.

T

Terrapieno: Massa di terra posta dietro al ramparo su cui veniva di norma posizionata l'artiglieria per tirare oltre il parapetto.

Torretta: Nome generico di strutture metalliche o corazzate, in grado di ruotare su se stesse, armate con artiglierie o mitragliatrici, facenti parte di sistemi difensivi fissi.

Traversa: Opera di terra alta quanto la cresta del parapetto o più in grado posta per ostacolare il tiro d'infilata sul ramparo.

Bibliografia

Fonti storiche

Libri e manuali

M. R. de Montalambert, *La fortification perpendiculaire, ou essai sur plusieurs manieres de fortifier la ligne droite, le triangle, le quarré, & tous les polygônes, de quelqu'étendue qu'en soient les côtés, en donnant à leur défense une direction perpendiculaire, Tome I*, P.D. Pierres, Parigi, 1776

L. Carnot, *De la défense des places fortes*, Vve Courcier, Parigi, 1812

C. von Clausewitz, *Della Guerra*, Mondadori, Cles, 1997 - Riedizione dell'originale del 1832

F. di Giorgio Martini, *Trattato di architettura civile e militare per cura del cavaliere Cesare Saluzzo, con dissertazioni e note per servire alla storia militare italiana, Atlante*, Tipografia Chirio e Mina, Torino, 1841

E. Maurice, *Essai sur la fortification moderne ou analyse comparée des systèmes modernes francais et allemands*, Dumaine, Parigi, 1845

J. Fergusson, *An essay on a proposed new system of fortification: with hints for its application to our national defences*, John Weale, Londra, 1849

A. Mangin, *Mémoire sur la fortification polygonale construite en Allemagne depuis 1815*, Dumaine, Parigi, 1851

H. Douglas, *Observations on modern systems of fortification, including that proposed by M. Carnot, and a comparison of the polygonal with the bastion system; to which are added, some reflections on intrenched positions, and a tract on the naval, littoral, and internal defence of England*, John Murray, Londra, 1859

R. Delafield, *Report on the art of war in Europe in 1854, 1855 and 1856*, George W. Bowman Printer, Washington, 1860

A. Brialmont, *Études sur la défense des états et sur la fortification, Tome I*, E. Guyot, Bruxelles, 1863

A. Brialmont, *Études sur la defense des états et sur la fortification, Tome II*, E. Guyot, Bruxelles, 1863

L. Figuier, *Les Merveilles de la science, ou description populaire des inventions moderne*, vol. III, Furne, Jouvet & Cie, Parigi, 1867

A. Brialmont, *Traité de fortification polygonale, Tome I*, Dumaine, Parigi, 1869

A. Brialmont, *Traité de fortification polygonale, Tome II*, Dumaine, Parigi, 1869

U.S. Army Corps of Engineers, *Report on the fabrication of iron for defensive purposes and its uses in modern fortifications especially in works of coast defense*, U.S. Government Printing Office, Washington, 1871

E. Viollet-le-Duc, *Mémoire sur la défense de Paris : septembre 1870 - janvier 1871*, Vve A. Morel, Parigi, 1871

A. Brialmont, *La fortification à fossés secs, Tome I*, E. Guyot, Bruxelles, 1871

L. Mougin, *Étude sur les tourelles cuirassées tournantes*, Imprimerie et librairie de Gauthier-Villars, Parigi, 1875

W. Fairbairn, W. Pole, *The life of Sir William Fairbairn, Bart*, Longmans, Green & Co, Londra, 1877

KK Technisches & Administratives Militär-Comité, *Constructions-Details der Kriegs-Baukunst, Band II,* k.k.t.u.a Militär-Comité, Vienna, 1880

A. von Schueler, *Leitfaden für den Unterricht in der Befestigungskunst und im Festungskrieg an den Königlichen Kriegsschulen*, E. S. Mittler und Sohn, Berlino, 1884

K. von Sauer, *Taktische Untersuchungen über neue Formen der Befestigungkunst*, Verlag von Richard Wilhelmi, Berlino, 1885

A. Brialmont, *La fortification du temps présent, Tome I*, Guyot Frères Éditeurs, Bruxelles, 1885

M. Schumann, *Les cuirassements rotatifs : "affûts cuirassés", et leur importance en vue d'une réforme radicale de la fortification permanente, traduction par E. B.*, G. v. Glasenapp, Potsdam, 1885

F. Goetschy, *Cours de construction: 4e partie, 2e section, 1er fascicule, Composition d'un Projet de Bâtiment militaire*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1886

M. Schumann, *Les affûts cuirassés et leur développement ultérieur devant la critique et en présence des expériences de Bucharest; Traduction d'un article de l' "Internationale revue", 9e fascicule, Juin 1886, par le capitaine Bodenhorst de l'artillerie belge,* Libraire étrangère Spineux & Cie, Bruxelles, 1886

J. von Schütz, *Gruson's chilled cast armor, translated into English by Commander H. H. Grenfell*, Whitehead, Morris & Lowe, Londra, 1887

A. Brialmont, *Influence du tir plongeant e des obus torpilles sur la fortification*, E. Guyot, Bruxelles, 1888

Un Pionnier, *Les forts et la mélinite*, Imprimerie, librairie et papeterie Henri Charles-Lavauzelle, Parigi, 1888

J. von Schütz, *Die Panzerlaffeten auf den Schiessplätzen des Grusonwerk bei Magdeburg-Buckau und Tangerhütte*, Walter Ochs & Co, Madgeburgo, 1889

P. Tartrat, *Cours de Fortification, Fortification permanente, 1e partie*, École Supérieure de Guerre, Parigi, 1885

G. von Schröder, *Schumann und die Panzer-Fortifikation*, Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Berlino, 1890

A. Brialmont, *Les régions fortifiées: leur application à la défense de plusieurs États européens*, E. Guyot, Bruxelles, 1890

J. von Schütz, *Deutsche Panzerconstructionen und französische Nachahmungen*, Magdeburgo, 1892

C-J-B. Simoutre, *Cours de fortification permanente, 2e partie, 3e section, Détails des cuirassements employés dans la Fortification*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1892

Ministère de la Guerre, *Règlement sur le service des canon de 155 long sur affût de tourelle et de casemate, approuvé par le Ministère de la Guerre le 11 février 1892, Tome premier*, Imprimerie Nationale, Parigi, 1892

E. F. von Leithner, *Die beständige Befestigung und der Festungskrieg. Nach den neuesten Quellen bearbeitet, II band*, R.v. Waldheim, Vienna, 1894

J. Mercur, *Permanent fortifications*, John Wiley & Sons, New York, 1894

A. Brialmont, *La défense des états et la fortification à la fin du XIXe siècle*, E. Guyot, Bruxelles, 1895

J. Meyer, *Le champ retranché de Metz et la fortification cuirassée moderne*, Berger-Levrault et Cie, Parigi, 1895

[s. n.] Vallernaud, *Cours de fortification, 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle. 4e section. Des cuirassements employés dans la fortification. 3 leçons*, Lithographie de l'Ecole d'application de l'artillerie et du génie, Parigi, 1895

F. Goetschy, *Cours de fortification, 2e partie, organisation de détail de la fortification actuelle, 3e section, Détails des fortifications construites ou améliorées depuis 1885*, Lithographie de l'Ecole d'application de l'artillerie et du génie, Parigi, 1896

M. von Brunner, *Leitfaden für den Unterricht in der beständigen Befestigung*, Verlag von L. W. Seidel & Sohn, Vienna, 1896

M. Borgatti, *La fortificazione permanente contemporanea (teorica ed applicata), Parte I*, Torino, Tipografia G. U. Cassone, 1898

V. Deguise, *Cours de fortification permanente. La fortification permanente appliquée à l'organisation des forteresses à grand développement*, Polleunis et Ceuterick Imprimeurs, Bruxelles, 1898,

G. J. Fiebeger, *Permanent fortification, prepared for the use of the cades of the United States Military Academy*, Henry Charnowitz, New York, 1900

Ministère de la Guerre, *Règlement sur le service des canon de 155 long sur affût de tourelle à éclipse, approuvé par le Ministère de la Guerre le 19 Janvier 1901*, Imprimerie Nationale, Parigi, 1901

D. Comandré, *Cours de constructions, 7e partie, 2e section. Procédés de construction des grosses maçonneries dans les ouvrages de fortification*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1900

L. Piarron de Mondesir, *Cours de fortification: la fortification cuirassée et le fortresses au début du XXe siècle*, Ecole Supérieure de Guerre, Parigi, 1906

G. Sydenham Clarke, *Fortification, its past achievements, recent development, and future progress*, John Murray, Londra, 1907

Ministère de la Marine, *Matériel de guerre, construction navale*, Imprimerie Générale Lahure, Parigi, 1908

[s. n.] Tricaud, *Cours de fortification*, *Cuirassements*, *5 leçons,* Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1909

[s. n.] Tricaud, *Cours de fortification, Fortification permanente, 5 leçons sur les détails de la fortification actuelle*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1909

E. Dessirier, *Cours d'Artillerie, Affûts et effets du tir sur les affûts, 5 leçons professées aux Officiers-Élèves d'Artillerie*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1910

Ministère de la Guerre, *Règlement de manouvre de l'artillerie à pied. Service des canons sous tourelle et casemate e des mitrailleuses sous tourelle, Titres VI, VII et VIII, canons de 75 sous tourelle à éclipse et sous casemate, mitrailleuses m.le 1900 sous tourelle. Rédaction approuvée par le Ministère de la Guerre le 28 semptembre 1911*, Imprimerie Nationale, Parigi, 1911

F. Krupp, *Die Festungpanzer des Fried. Krupp A.G. : Grusonwerk. Hierzu 1 Atlas. 1*, Buchdruckerei d. Gußstahlfabrik Fried. Krupp, Essen, 1910

[s. n.] Hébert, Cours de fortification: La fortification depuis 1870 jusq'en 1885, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1911

[s. n.] Alheilig, *Cours de fortification: La fortification aprés 1885*, Lithographie de l'École d'Application de l'Artillerie et du Génie, Fontainebleau, 1911

P-E. Tournaux, *Cours de fortification, 3e partie, Fortification permanente, 3e section, La fortification permanente pendant la guerre de 1914-1918*, Litographie de l'école, Versaille, 1927

Cap. Solard, *Fortification, Tome II. La fortification pendant la guerre 1914-1918*, Lithographie de l'École d'Application d'Artillerie, Parigi, 1935

A. Muther, *Das Gerät der schweren Artillerie,* Verlag Bernard & Graefe, Berlino, 1937

Articoli di riviste

Anonimo, «La Gloire», in *The scientific American*, vol. IV, n° VII, 1861

F. Lo Forte, «Il ferro nella fortificazione», in *Rivista di artiglieria e genio*, vol. IV, n° II, 1887

F. Petibon, «Étude sur les divers mortiers et bétons employés dans les travaux de défense», in *Revue du génie militaire*, vol. I, n° II, 1888

L. Bertrand, «La fortification à l'étranger en 1888», in *Revue du génie militaire*, vol. VI, n° II, 1888

E. Rocchi, «Le forme ed i materiali della nuova fortificazione», in *Rivista di artiglieria e genio*, vol. V, n° II, 1888

Anonimo, «Les coupoles transportables pour retranchements de campagne» in *Revue militaire de l'étranger*, vol. XXXVI, n° DCCXXIX, 1889

Anonimo, «Sur l'addition de sucre au mortier de ciment» in *Revue du génie militaire*, vol. III, n° III, 1889

J. M. Califf , «The development of armor», in *The railroad and engineering journal*, vol. LXIII, 1889

J. M. Califf , «The development of armor», in *The railroad and engineering journal*, vol. LXIV, 1890

G. von Schröder, «Schumann und die Panzer-Fortifikation», in *Archiv für die Artillerie und Ingenieur-Offiziere des deutschen Reichsheeres*, vol. XCVII, 1890

J. M. Califf, «Recent experiments with armor plates», in *The railroad and engineering journal*, vol. LXV, 1891

Anonimo, «Les tourelles de Saint-Chamond en Roumanie», in *Le Temps*, 8 Agosto 1891

L. Bertrand, «Les coupole cuirassées à canons des forts de Liège et de Namur», in *Revue du génie militaire*, vol. II, n° V, 1891

L. Bertrand, «Résultats d'expériences comparatives de tir sur des plaques en acier, en acier au nickel et en compound», in *Revue du génie militaire*, vol. I, n° V, 1891

M. Degouy, «Note sur le tracé et le métrage des carapaces en béton de ciment», in *Revue du génie militaire*, vol. III, n° VI, 1892

E. Rocchi, «Nota A, Riassunto dei risultati delle esperienze sull'azione dei nuovi proietti esplodenti nelle murature e nella terra», in *Rivista d'Artiglieria e Genio*, vol. IX, n° II, 1892

M. Botto Micca, «Le fortificazioni permanenti», in *L'arte edilizia*, vol. II, n° III, 1915

P-E. Tournoux, [s.n.] Gilson, «Travaux exécutés à Douaumont après la reprise du fort», in *Revue du génie militaire*, vol. II, n° XLII, 1928

Fonti archivistiche

Berlino, *Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz*: XI. HA, FPK Kriegsministerium, Festungspläne - 1621 - 1914

Friburgo, *Bundesarchiv, Abteilung Militärarchiv*: PH 2, PH 23, RM 3, MSG 2

Monaco, *Bayerisches Hauptstaatsarchiv:* fascicoli vari

Parigi, *Service Historique de la Défense:* 1 VH 1980, 1 VH 2075, 1 VH 2080, 1 VM 13, 1 VM 317, 1 VD 17, 2 V 76, 2 V 102, 2 V 340, 7 NN 3 250

Metz, *Archives Municipales:* 9Fi1531

Letteratura contemporanea

K. Mallory, A. Ottar, *The architecture of war,* Pantheon Books, New York, 1973

Q. Hughes, *Military Architecture*, Hugh Evelyn, Londra, 1974

I. Hogg, *The history of fortification*, Saint Martin's Press Inc., New York, 1981

C. Duffy, *The fortress in the age of Vauban and Frederick the Great, 1660-1789*, Routledge & Kegan Paul, Abingdon, 1985, p. 1

R. Rolf, *Die deutsche Panzerfortifikation, die Panzerfesten von Metz und ihre Vorgeschichte*, Biblio, Osnabrück, 1991

K. Burk, *Handbuch zur Geschichte der Festungen des Historischen deutchen Ostens*, Biblio, Osnabrück, 1995

A. Hohnadel, P. Bestetti, *Croix de guerre contre croix de fer, la bataille des forts: Verdun face à Metz*, Heimdal, Damigny, 1995

C. Dropsy, *Les fortifications de Metz et Thionville*, Auto pubblicato, Bruxelles, 1995

G. Le Hallé, *Verdun, Les forts de la Victoire*, Citédis, Parigi, 1998

J. R. Hill, *War at sea in the Ironclad Age*, Cassel&Co, Londra, 2000

R.Rolf, *Die Entwicklung des deutschen Festungssystems seit 1870; vollständige und bearbeitete Ausgabe des Manuskriptes*, Fortress Books, Tweede Exloermond, 2000

A. Durup de Balein, *Le fort de Douaumont, Mémoires d'une fortresse,* Citédis, 2003

R. A. Doughty, *Pyrrhic victory: French Strategy and Operations in the Great War*, The Belknap Press of Harvard University, Cambridge, 2005

R. Fontbonne, *Les fortifications allemandes de Metz et de Thionville: 1871-1918*, Editions Serpenoise, Metz, 2006

C. Holstein, *Verdun: Fort Douaumont*, Pen & Sword Books, Barnsley, 2010

R. Fontbonne, *Les fortifications de Verdun: 1873-1918. Stratégie et tactique*, Actania Presses, Parigi, 2011

P. Truttmann, *La barrière de fer: L'architecture des forts du Général Séré de Rivières (1872-1914)*, Editions Gérard Klopp, Thionville, 2017

J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, *The Forts and Fortifications of Europe 1815-1945: The Central States, Germany, Austria-Hungary and Czechoslovakia*, Pen & Sword Books, Barnsley 2014

P. Burtscher, F. Hoff, *Les fortifications allemandes d'Alsace-Lorraine, 1870-1918*, Histoire&Collections, Parigi, 2022

J.E. Kaufmann, H.W. Kaufmann, *Fortress Europe: from stone to steel fortifications, 1850-1945*, Pen & Sword Books, Barnsley, 2022

Articoli

J. Rocard, « Le fort de Douaumont », in *Bulletin Monumental*, vol. CLI, n° I, 1993

J-P. Passaqui, « Schneider Et Cie, De La Sidérurgie Aux Constructions Navales » in *Actes Du Colloque Marines Et Entreprises, XVIIe-XIXe Siècles, 7e Rencontres d'Histoire De La Métallurgie*, Guérigny, 2007

Y. Bergman, «Paul Vieille, Cordite & Ballistite.», in *Icon*, Vol. XV, 2009

A. Reichert-Schick, I. Eberle, « Beloved Heritage – Condemned Heritage. About the handling of fortification heritage within the border region Germany-France-Luxembourg », in *Revue Géographique de l'Est*, vol. LI, n° I, 2011

R. Bergtholdt, « Die Feste Kaiser Wilhelm II. Eine authentische Geschichtsstätte zum Anfassen », in *Badische Heimat*, vol. XCIV, n° III, Badische Heimat e. V., Friburgo, 2014

P. K. Acharya, «Effect of Lime on Mechanical and Durability Properties of Blended Cement Based Concrete.», in *Journal of The Institution of Engineers (India)*: Series A, Springer Science and Business Media LLC, 2016

E. Somner, « Das Fort X der K.B. Hauptlandesfestung Ingolstadt », in *Historischer Verein Ingolstadt: Sammelblatt des Historischen Vereins Ingolstadt n° 126*, Ingoltsdadt, 2017

M. Azan, «L'architecture militaire au service de la représentation de l'État», in *Inflexions*, vol. XIV, n° III, 2019

M. Rudnicka-Bogusz, «The Uniqueness of The German Barracks in The Context of The Style of Military Architecture in The Interwar Period», in *Civil and Environmental Engineering Reports*, vol. XXXIII, n° II, 2023

F. Marulo, « Historic Military Systems as Heritage: A Comparative Analysis of Preservation Strategies in Western Europe », in *Fort: The International Journal of Fortification and Military Architecture*, vol. LI, 2023

Sitografia

https://Fortifsere.fr	*La miglior risorsa online sul sistema Séré de Rivières, con importanti indicazioni bibiografiche e archivistiche*
https://www.festungen.info	*Ottima fonte di immagini di alta qualità, essendo il sito gestito da un fotografo; fornisce anche link a diverse risorse bibliografiche del periodo*
https://www.festungsbauten.de	*Sito "antiquato", ma contiene molte immagini e alcuni disegni d'archivio*
https://opevneni.eu/fnemecko/index.html	*Sito straordinariamente ricco di informazioni e disegni d'archivio relativi ai forti tedeschi; le indicazioni archivistiche sono incomplete*
https://zapisnik.fortif.net/opevneny-prostor-focsani-namoloasa-galati-a-predmosti-cernavoda/	*Sito utile per approfondire i fronti corazzati di Schumann in Romania*
https://ba.e-pics.ethz.ch	*Raccolta iconografica dell'ETH di Zurigo, con una sezione dedicata alla Grusonwerk*

Cartografia

J. Kropelnicki, G. Johnson, L. Kne, M. Lindberg, *Historical National Boundaries. Retrieved from the Data Repository for the University of Minnesota, https://doi.org/10.13020/146x-1412,* 2022

B. Polo Martín, *Shapefile of railways in Europe between 1880 and 1900 (Version 1) [Data set]. NAKALA - https://nakala.fr (Huma-Num - CNRS). https://doi.org/10.34847/NKL.EBC2M003,* 2024