



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben

Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

## BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsplanung

Potenziamento asse ferroviario Monaco-Verona

## GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progettazione esecutiva

<b>D0700: Baulos Mauls 2-3</b>		<b>D0700: Lotto Mules 2-3</b>	
<b>Projekteinheit</b> Gesamtbauwerke		<b>WBS</b> Opere generali	
<b>Dokumentenart</b> Technischer Bericht		<b>Tipo Documento</b> Relazione tecnica	
<b>Titel</b> Wartung Wartungsplan - Allgemeiner Teil		<b>Titolo</b> Manutenzione Piano di manutenzione - parte generale	
 <b>RTI 4P</b> <i>Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P</i> <small>via Piofior S.r.l., Via G.B. Sanmarino 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787911, Fax: +39 0287152612</small>		<i>Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche</i> Ing. Enrico Maria Pizzarotti Ord. Ingg. Milano N° A 29470	
<b>Mandataria</b>	<b>Mandante</b>	<b>Mandante</b>	<b>Mandante</b>
 <b>PRO ITER</b> <small>Progetto Infrastrutture Territorio s.r.l.</small>	 <b>PÖYRY</b>	 <b>pini swiss engineers</b>	 <b>PASQUALI-RAUSA</b> <small>ENGINEERING S.r.l./G.m.b.H.</small>
<i>Fachplaner / il progettista specialista</i>		<i>Fachplaner / il progettista specialista</i>	
		<i>Fachplaner / il progettista specialista</i> Ing. Federico Pasquali Ord. Ingg. Bolzano N° 680	
	<b>Datum / Data</b>	<b>Name / Nome</b>	<b>Gesellschaft / Società</b>
<b>Bearbeitet / Elaborato</b>	30.01.2015	Pernici	Pasquali-Rausa
<b>Geprüft / Verificato</b>	30.01.2015	Pasquali	Pasquali-Rausa
 <b>BBT</b> <i>Galleria di Base del Brennero Brenner Basistunnel BBT SE</i>		<b>Name / Nome</b> R. Zurlo	<b>Name / Nome</b> K. Bergmeister
<b>Projekt-kilometer / Chilometro progetto</b>	von / da 32.0+88 bis / a 54.0+15 bei / al	<b>Status Dokument / Stato documento</b>	<b>Massstab / Scala</b> -
<b>Projekt-kilometer / Chilometro opera</b>	von / da bis / a bei / al	<b>Stato</b>	
<b>Staat</b>	<b>Los</b>	<b>Einheit</b>	<b>Nummer</b>
<b>Stato</b>	<b>Lotto</b>	<b>Unità</b>	<b>Numero</b>
02	H61	MM	998
			<b>Dokumentenart</b>
			<b>Tipo Documento</b>
			KTB
			<b>Vertrag</b>
			<b>Contratto</b>
			D0700
			<b>Nummer</b>
			<b>Codice</b>
			80005
			<b>Revision</b>
			<b>Revisione</b>
			21

## Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung Emissione per Appalto	Pernici	30.01.2015
20	Überarbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Pernici	04.12.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren Completamento progetto e recepimento istruttoria	Pernici	09.10.2014
10	Endabgabe Consegna Definitiva	Pernici	31.07.2014
00	Erstversion Prima Versione	Pernici	01.04.2014

<b>1</b>	<b>ALLGEMEINES</b>	
<b>1</b>	<b>GENERALITÀ.....</b>	<b>6</b>
1.1	EINLEITUNG	
1.1	INTRODUZIONE .....	6
1.2	GEBRAUCHSANWEISUNG	
1.2	MANUALE D'USO.....	6
1.3	WARTUNGSHANDBUCH	
1.3	MANUALE DI MANUTENZIONE .....	7
1.4	WARTUNGSPROGRAMM	
1.4	PROGRAMMA DI MANUTENZIONE .....	7
1.4.1	Unterprogramm der Leistungen	
1.4.1	Sottoprogramma delle prestazioni.....	8
1.4.2	Unterprogramm der Kontrollen	
1.4.2	Sottoprogramma dei controlli.....	8
1.4.3	Unterprogramm der Wartungsmaßnahmen	
1.4.3	Sottoprogramma degli interventi di manutenzione .....	8
<b>2</b>	<b>BEDIENUNGS- UND WARTUNGSANLEITUNG</b>	
<b>2</b>	<b>MANUALE D'USO E DI CONDUZIONE .....</b>	<b>8</b>
2.1	EINLEITUNG	
2.1	PREMESSA .....	8
2.2	ADRESSATEN DER ANLEITUNG	
2.2	DESTINATARI DEL MANUALE .....	8
2.3	REGELMÄßIGE UND JÄHRLICHE KONTROLLEN	
2.3	CONTROLLI PERIODICI E ANNUALI.....	9
2.3.1	Lokalaugenschein	
2.3.1	Controllo visivo .....	10
2.3.2	Detaillierte Lokalaugenscheine (Inspektionen)	
2.3.2	Controlli visivi dettagliati (ispezioni).....	10
2.3.3	Instrumentelle Kontrollen (Test)	
2.3.3	Controlli strumentali (test).....	11
2.4	DATENBLÄTTER	
2.4	SCHEDA .....	11
2.4.1	Rückblicksdatenblatt	
2.4.1	Scheda dati storici.....	12
2.4.2	Datenblatt für Anomalien, die während eines Lokalaugenscheins festgestellt wurde	
2.4.2	Scheda anomalie rilevate con controllo a vista.....	12
2.4.3	Anagraphische Datenblätter für die Katalogisierung des Bauwerkes	
2.4.3	Schede anagrafiche di catalogazione dell'opera .....	13
2.5	ERGEBNISSE DER KONTROLLEN UND ANALYSEN DER DATEN – KRITERIEN FÜR DIE MAßNAHMEN	
2.5	RISULTATI DEI CONTROLLI E ANALISI DEI DATI - CRITERI PER L'INTERVENTO.....	16
2.5.1	Bericht über die Pathologien und Grenzwerte	
2.5.1	Relazione sulle patologie e valori di soglia .....	17
2.5.2	Analyse der Verfallsursachen	
2.5.2	Analisi delle cause di degrado.....	17
2.5.3	Ermittlung der Maßnahmen	
2.5.3	Individuazione degli interventi .....	18
2.5.4	Analyse der Einschränkungen und der Prioritäten	
2.5.4	Analisi dei vincoli e delle priorità.....	19

<b>3</b>	<b>INSTANDHALTUNGSANLEITUNG</b>	
<b>3</b>	<b>MANUALE DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>19</b>
3.1	EINLEITUNG	
3.1	PREMESSA .....	19
3.2	ZIELE	
3.2	OBIETTIVI .....	20
3.2.1	Technisch-funktionale Ziele	
3.2.1	Obiettivi di natura tecnico - funzionale .....	20
3.2.2	Ökonomische Ziele	
3.2.2	Obiettivi di natura economica .....	20
3.2.3	Juristisch-normative Ziele	
3.2.3	Obiettivi di natura giuridico - normativa .....	21
3.3	ADRESSATEN	
3.3	DESTINATARI .....	21
3.4	DIE INSTANDHALTUNGSTÄTIGKEITEN	
3.4	LE OPERAZIONI MANUTENTIVE .....	22
3.4.1	Geplante regelmäßige Instandhaltungstätigkeit	
3.4.1	Operazioni programmate di manutenzione periodica .....	22
3.4.2	Außerordentliche Instandhaltungstätigkeit	
3.4.2	Operazioni di manutenzione straordinaria .....	23
3.5	AUSWAHL ALTERNATIVER MAßNAHMEN – KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE	
3.5	SCELTA DI INTERVENTI ALTERNATIVI - ANALISI COSTI-BENEFICI .....	23
3.6	KONTROLLE DER INSTANDHALTUNGSMAB-NAHMEN	
3.6	CONTROLLO DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE .....	24
<b>4</b>	<b>INSTANDHALTUNGSPLAN</b>	
<b>4</b>	<b>PROGRAMMA DI MANUTENZIONE .....</b>	<b>24</b>
4.1	STRUKTUR DER PLÄNE	
4.1	STRUTTURA DEI PROGRAMMI .....	26
4.2	PHASEN DES VERFASSENS	
4.2	FASI DI STESURA .....	26
4.3	TYPOLOGIE DER PLÄNE	
4.3	TIPOLOGIA DEI PROGRAMMI .....	27
4.3.1	Unterplan der Kontrollen: Inspektionsplan	
4.3.1	Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni .....	27
4.3.2	Teilprogramm der Instandhaltungs-maßnahme	
4.3.2	Sottoprogramma degli interventi di manutenzione .....	30
4.3.3	Typologie der Pläne	
4.3.3	Tipologia di programmi .....	32
4.3.3.1	Methodologie für die Kontrolle der Bauwerke	
4.3.3.1	Metodologia per il controllo delle opere d'arte .....	32
4.3.3.2	Plan der Lokalausweise	
4.3.3.2	Programma delle ispezioni visive .....	33
4.3.3.3	Plan der instrumentellen Inspektionen	
4.3.3.3	Programma delle ispezioni strumentali .....	34
4.3.4	Permanentes Überwachungssystem	
4.3.4	Sistema di Monitoraggio Permanente .....	37
4.3.4.1	Einleitung	
4.3.4.1	Premessa .....	37
4.3.4.2	Permanentes Überwachungssystem in Tunnels	
4.3.4.2	Sistema di monitoraggio permanente nelle gallerie .....	38

4.3.4.3	Anweisungen zur Ausführung der Maßnahmen	
4.3.4.3	Indicazioni sull'esecuzione degli interventi .....	41
4.4	ORGANISATION UND VERANTWORTUNG DES PERSONALS	
4.4	ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ DEL PERSONALE .....	44
4.5	KOSTENPLAN UND PLANUNG DER MAßNAHME	
4.5	PIANO DI SPESA E PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI .....	45
<b>5</b>	<b>ALLGEMEINE PROJEKTBECHREIBUNG</b>	
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO .....</b>	<b>47</b>
5.1	ALLGEMEINES	
5.1	GENERALITÀ.....	47
5.2	ALLGEMEINE BESCHREIBUNG	
5.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE .....	47
<b>6</b>	<b>BAULOS MAULS 2 – 3: WARTUNG NACH FERTIGSTELLUNG</b>	
<b>6</b>	<b>MANUTENZIONE ALLA FINE DEL LOTTO MULES 2-3 .....</b>	<b>49</b>
6.1	WARTUNG BEI LAUFENDEM BETRIEB	
6.1	MANUTENZIONE DURANTE L'ESERCIZIO .....	50
<b>7</b>	<b>DATENBLÄTTER</b>	
<b>7</b>	<b>SCHEDE.....</b>	<b>51</b>
7.1	UNTERTAGEBAUWERKE	
7.1	OPERE IN GALLERIA.....	51
7.2	BAUWERKE IM FREIEN	
7.2	OPERE ALL'APERTO .....	51
<b>8</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	
<b>8</b>	<b>ELENCHI.....</b>	<b>52</b>
8.1	TABELLENVERZEICHNIS	
8.1	ELENCO DELLE TABELLE.....	52
8.2	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	
8.2	ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI.....	52
8.3	ANLAGENVERZEICHNIS	
8.3	ELENCO APPENDICI .....	52
8.4	REFERENZDOKUMENTE	
8.4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	52
8.4.1	Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3	
8.4.1	Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3.....	52
8.4.2	Ausgangsdokumente	
8.4.2	Documenti in uscita .....	53
<b>9</b>	<b>ANLAGEN</b>	
<b>9</b>	<b>APPENDICI .....</b>	<b>55</b>
9.1	ANHANG A1: RÜCKBLICKSDATENBLATT	
9.1	APPENDICE A1: SCHEDA DATI STORICI.....	55
9.2	ANHANG A2: DATENBLATT DER MAßNAHMEKRITERIEN	
9.2	APPENDICE A2: SCHEDA CRITERI PER L'INTERVENTO .....	60
9.3	ANLAGE A3: DATENBLATT DEFEKTE	
9.3	APPENDICE A3: SCHEDA DIFETTI.....	63
9.4	ANLAGE A4: KATALOG DER URSACHEN DER DEFEKTE UND DER ELEMENTAREN MAßNAHMEN	
9.4	APPENDICE A4: CATALOGO DELLE CAUSE DEI DIFETTI E DEGLI INTERVENTI ELEMENTARI .....	66

9.5	ANHANG A5: KATALOG DER ELEMENTAREN MASSNAHMEN	
9.5	APPENDICE A5: CATALOGO DEGLI INTERVENTI ELEMENTARI.....	69
9.6	ANHANG A6: DATENBLATT DER BEURTEILUNG WÄHREND DER INSPEKTIONSPHASEN	
9.6	APPENDICE A6: SCHEDA GIUDIZIO DURANTE LA FASE DELLE ISPEZIONI.....	71
9.7	ANHANG A7: DATENBLATT DER URSACHEN DER DEFEKTE DER BESCHÄDIGTEN ELEMENTE UND DER ZUGEHÖRIGEN ELEMENTAREN MASSNAHMEN	
9.7	APPENDICE A7: SCHEDA CAUSE DIFETTI DEGLI ELEMENTI AMMALORATI E RELATIVI INTERVENTI ELEMENTARI .....	74

# 1 ALLGEMEINES

## 1.1 EINLEITUNG

Der Wartungsplan sieht die Planung und Programmierung der Wartungsarbeiten vor, um die Funktionalität, die Qualitätseigenschaften und die Dauerhaftigkeit des ausgeführten Bauwerkes in der Zeit sicherzustellen.

Der Wartungsplan des Bauwerkes sowie der einzelnen Gewerke besteht aus folgenden Dokumenten:

- der Gebrauchsanweisung;
- dem Wartungshandbuch;
- dem Wartungsprogramm.

Das Wartungsprogramm, die Gebrauchsanleitung und das Wartungshandbuch, welche von Planer in der Planungsphase erstellt werden, müssen vom Bauleiter aufgrund von etwaigen Änderungen, welche sich im Verlauf der Bauausführung als notwendig erwiesen haben, aktualisiert und dem Bauherren im Rahmen der Endabnahme des Bauwerks übergeben werden.

Der Wartungsplan ist ein Dokument, welches im Laufe der Planung und Bauausführung, sowie im weiteren Verlauf infolge von Anpassungen und Umbauten des gegenständlichen Bauvorhabens, mitwächst und fortlaufend ergänzt wird. Dieses Dokument ist auf Lebensdauer des Bauwerkes aufzubewahren und bei einem eventuellen Wechsel des Besitzers / Betreibers auch an diese weiterzugeben.

Um auch die mit den Arbeiten verbundenen Gefahren rechtzeitig zu erkennen und einzuschränken, wird auf Grundlage des Art. 91 vom GVD Nr. 81/2008, abgeändert durch das GVD Nr. 106/2009, die in der Unterlage für spätere Arbeiten angeführten Auflagen und Vorschriften in den vorliegenden Wartungsplan mit einbezogen.

## 1.2 GEBRAUCHSANWEISUNG

Die Gebrauchsanweisung bezieht sich auf den Gebrauch der wichtigsten Gewerke des Bauwerkes, und insbesondere der Tiefbauarbeiten und betriebstechnischen Anlagen. Die Gebrauchsanweisung beinhaltet sämtliche Informationen, welche dem Betreiber die Art und Weise der Nutzung des Bauwerkes ermöglicht, sowie alle notwendigen Angaben,

# 1 GENERALITÀ

## 1.1 INTRODUZIONE

Il piano di manutenzione prevede, pianifica e programma l'attività di manutenzione al fine di mantener nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza nel tempo dell'opera eseguita.

Il piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti é costituito dai seguenti documenti:

- il manuale d'uso;
- il manuale di manutenzione;
- il programma di manutenzione.

Il programma di manutenzione, il manuale d'uso e di manutenzione, redatti dal progettista in fase di progettazione dovranno essere aggiornati dal direttore dei lavori sulla base delle eventuali modifiche che si sono resi necessari durante l'esecuzione dei lavori e consegnato al Committente in occasione del collaudo finale dell'opera.

Il piano di manutenzione é un documento che non solo verrà aggiornato in fase di progettazione e in corso d'opera, ma anche in una fase successiva in occasione di adattamenti e ristrutturazioni dell'opera in questione. Questo documento va conservato per tutta la durata dell'opera e, in caso di un eventuale passaggio di proprietà / gestione, dovrà essere consegnato a chi subentra.

Per individuare e limitare anche in tempo utile i pericoli insiti nei lavori, vengono riportati nel presente piano di manutenzione anche le indicazioni e prescrizioni contenuti nel fascicolo per i lavori successivi, predisposto sulla base dell'art. 91 del D.Lgs. n. 81/2008 e s.m e i (D.Lgs. n. 106/2009).

## 1.2 MANUALE D'USO

Il manuale d'uso si riferisce all'uso delle parti più importanti dell'opera, ed in particolare delle opere civili e degli impianti tecnologici. Il manuale contiene l'insieme delle informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di fruizione del opera, nonché di tutti gli elementi necessari per limitare quanto più possibile i danni derivanti da

damit Schäden aufgrund einer unsachgemäßen Nutzung weitestgehend vermieden werden. Weiters beinhaltet dieses Dokument sämtliche Maßnahmen welche erforderlich sind, um die Dauerhaftigkeit ohne besondere fachspezifische Kenntnisse sicherzustellen, sowie umgehend Veränderungen des Bauzustandes zu erkennen, so daß fachspezifische Eingriffe vorgenommen werden können.

Die Gebrauchsanweisung beinhaltet folgende Informationen:

- den Maßnahmenbereich der angeführten Gewerke;
- die grafische Darstellung;
- die Beschreibung;
- die genauen Angaben über den Gebrauch.

### 1.3 WARTUNGSHANDBUCH

Das Wartungshandbuch bezieht sich auf die Wartung der wichtigsten Gewerke des Bauwerkes, und insbesondere der Tiefbauarbeiten und betriebstechnischen Anlagen. Dieses liefert im Hinblick auf die verschiedenen betriebstechnischen Anlagen, auf die Eigenschaften der eingesetzten Materialien oder Komponenten die erforderlichen Hinweise für eine fachgerechte Wartung sowie den Verweis auf Kundendienste oder technischen Dienstleistungen.

Das Wartungshandbuch beinhaltet:

- den Maßnahmenbereich der angeführten Gewerke;
- die grafische Darstellung;
- die Beschreibung der erforderlichen Ressourcen für die durchzuführende Wartung;
- die Mindestanforderungen der Leistungen;
- die feststellbaren Unregelmäßigkeiten;
- die vom Betreiber direkt durchführbaren Wartungen;
- die Wartungen, welche von spezialisierten Fachkräften durchzuführen sind.

### 1.4 WARTUNGSPROGRAMM

Das Wartungsprogramm sieht einen Ablauf von Kontrollen und Maßnahmen vor, welche entweder nach Zeit oder fixen Vorgaben durchzuführen sind und dazu dienen das Bauwerk mit den Einzelgewerken im Verlauf der Jahre ordnungsgemäß zu betreiben.

un'utilizzazione impropria, per consentire di eseguire tutte le operazioni atte alla sua conservazione che non richiedono conoscenze specialistiche e per riconoscere tempestivamente fenomeni di deterioramento anomalo al fine di sollecitare interventi specialistici.

Il manuale d'uso contiene le seguenti informazioni:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- la descrizione;
- le modalità di uso corretto.

### 1.3 MANUALE DI MANUTENZIONE

Il manuale di manutenzione si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti dell'opera ed in particolare delle opere civili e degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

Il manuale di manutenzione contiene:

- la collocazione nell'intervento delle parti menzionate;
- la rappresentazione grafica;
- la descrizione delle risorse necessarie per l'intervento manutentivo;
- il livello minimo delle prestazioni;
- le anomalie riscontrabili;
- le manutenzioni eseguibili direttamente dall'utente;
- la manutenzione da eseguire a cura di personale specializzato.

### 1.4 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.



Dieses Wartungsprogramm unterteilt sich in folgende Unterprogramme:

#### 1.4.1 Unterprogramm der Leistungen

Das Unterprogramm der Leistungen berücksichtigt je nach Anforderungsklasse, die Leistungen, welche vom Bauwerk mit den Einzelgewerken im Verlauf seiner Nutzungsdauer abverlangt werden.

#### 1.4.2 Unterprogramm der Kontrollen

Das Unterprogramm der Kontrollen, welches die durchzuführenden Kontrollen und Überprüfungen festlegt und dazu dient den Leistungsumfang (in qualitativer und quantitativer Hinsicht) im Verlauf der Nutzungsdauer des Bauwerkes festzulegen, soll die Leistungsminderung unter Berücksichtigung Ausgangswerte zum Zeitpunkt der Abnahme sowie den verlangten, minimalen Normwert beinhalten.

#### 1.4.3 Unterprogramm der Wartungsmaßnahmen

Das Unterprogramm der Maßnahmen beinhaltet die verschiedenen Wartungsmaßnahmen in zeitlicher Reihenfolge, um Informationen über den ordnungsgemäßen Erhaltungszustand des Bauwerkes zu erhalten.

## 2 BEDIENUNGS- UND WARTUNGSANLEITUNG

### 2.1 EINLEITUNG

Die Bedienungs- und Wartungsanleitung ist die erste Komponente des Instandhaltungs- und Benutzungsplans und dient:

- Zur Vermeidung bzw. Eingrenzung einer unsachgemäßen Benutzung der Anlage;
- die sachgemäßen Funktionsweisen der technologischen Anlagen bekanntzumachen;
- die sachgemäßen Benutzungsabläufe festzulegen;
- den vorzeitigen Verfall zu vermeiden;
- den Zuständigen zu erlauben, Verfallsanzeichen zu erkennen, auf die eine Verbesserungsmaßnahme folgen muss.

### 2.2 ADRESSATEN DER ANLEITUNG

Das infolge Angeführte, ist für folgenden Personen gedacht:

Questo programma di manutenzione si articola secondo tre sottoprogrammi:

#### 1.4.1 Sottoprogramma delle prestazioni

Il sottoprogramma delle prestazioni, che prende in considerazione, per classe di requisito, le prestazioni fornite dal bene e dalle sue parti nel corso del suo ciclo di vita.

#### 1.4.2 Sottoprogramma dei controlli

Il sottoprogramma dei controlli, che definisce il programma delle verifiche e dei controlli al fine di rilevare il livello prestazionale (qualitativo e quantitativo) nei successivi momenti della vita del bene, individuando la dinamica della caduta delle prestazioni aventi come estremi il valore di collaudo e quello minimo di norma.

#### 1.4.3 Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, riporta in ordine temporale i differenti interventi di manutenzione, al fine di fornire le informazioni per una corretta conservazione del bene.

## 2 MANUALE D'USO E DI CONDUZIONE

### 2.1 PREMESSA

Il manuale d'uso e di conduzione è il primo componente del Piano di Manutenzione e d'uso ed è finalizzato a:

- evitare e/o limitare modi d'uso impropri del bene;
- far conoscere le corrette modalità di funzionamento degli impianti tecnologici;
- istituire il corretto svolgimento delle operazioni di conduzione;
- evitare degradi anticipati;
- permettere agli addetti di riconoscere fenomeni di deterioramento ai quali deve seguire un intervento correttivo.

### 2.2 DESTINATARI DEL MANUALE

Quanto illustrato nel seguito è indirizzato ai seguenti operatori:

- *Auftraggeber des Wartungsdienstes* (Technische Wartungsstruktur), um ihm zu erlauben, die vom Planer zu beantragende Dokumentation, d.h. die Anleitungen, festzulegen.
- *Verfasser*, d.h. jener Techniker, der für das Verfassen der Anleitungen zuständig ist, um es ihm zu ermöglichen, die Struktur und die technischen Inhalte der Dokumente, aus denen die Anleitung zusammengesetzt ist, festzulegen.
- *Verantwortliche für die Wartung*, der im Bereich der Wartungsstruktur vor der Organisation, der Planung und der operativen Wartung des Dienstes steht.
- *Verantwortliche für die Wartungsmaßnahmen*, der bei Benachrichtigung im Strukturbereich die Korrekturmaßnahmen organisiert.
- *Committente del servizio di conduzione* (struttura tecnica di gestione) per consentirgli di stabilire la documentazione da richiedere al progettista ovvero i manuali.
- *L'estensore* ovvero il tecnico incaricato della stesura dei manuali per consentirgli di definire la struttura ed i contenuti tecnici dei documenti costituenti il manuale.
- *Responsabile del servizio di conduzione*, colui che nell'ambito della struttura di gestione è preposto all'organizzazione, alla programmazione ed alla gestione operativa del servizio.
- *Responsabile degli interventi di conduzione*, colui che nell'ambito della struttura organizza gli interventi correttivi quando allertato.

Letztendlich muss die gesamte Überwachungsaktivität der im Instandhaltungsplan angeführten Bauwerke anhand von regelmäßigen und geplanten Lokalaugenscheinen durch beauftragtes technisches Personal, und Kontrollen mit Hilfe von Laborinstrumenten und -analysen mittels spezialisiertem Personal, durchgeführt werden.

Die Inspektionen, die Kontrollen und das zuständige Personal müssen deshalb von einem Ingenieur koordiniert werden, der für den Wartungsdienst verantwortlich ist. Diese Kontrollen müssen am Standort, von Defekt zu Defekt, für jeden vorgefundenen Verfall durchgeführt werden und sollen vor allem dazu dienen, die evtl. Entwicklung dieser Defekte im Laufe der Zeit zu überprüfen.

Bei einer hypothetischen Maßnahme wird der Verantwortliche anhand des Plans alle notwendigen Vorkehrungen treffen.

### 2.3 REGELMÄßIGE UND JÄHRLICHE KONTROLLEN

Jedes Element, das Instand gehalten werden kann, muss regelmäßig überprüft werden, um den Zustand des überprüften Elements festzustellen und die evtl. Präsenz von Verfallserscheinungen und Anomalien zu ermitteln. Die Häufigkeit der Kontrollen für jedes strukturelle Element ist im Datenblätter festgelegt.

Die Inspektionen müssen von diplomierten Technikern durchgeführt werden, die dann das dafür vorgesehene „Datenblatt der Lokalaugenscheine“ ausfüllen und mit den sich daraus ergebenden Daten, das „Rückblicksdatenblatt“ der

L'intera attività di sorveglianza delle opere oggetto del Piano di Manutenzione si dovrà svolgere sulla base di ispezioni periodiche visive eseguite con cadenza definita, condotte da personale tecnico incaricato appositamente, e di controlli anche con l'ausilio di strumentazioni ed analisi di laboratorio, da parte di personale specializzato.

Le ispezioni, i controlli ed il personale addetto, quindi dovranno essere coordinati da un ingegnere responsabile del servizio di conduzione. Tali controlli dovranno essere volti all'ubicazione, difetto per difetto, di tutti gli ammaloramenti riscontrati ed il loro obiettivo dovrà essere soprattutto quello di verificarne l'eventuale evoluzione nel tempo.

Nell'ipotesi di intervento il responsabile, in base al piano, provvederà ad istituire i necessari provvedimenti.

### 2.3 CONTROLLI PERIODICI E ANNUALI

Su ciascun elemento che può essere oggetto di manutenzione devono essere effettuate ispezioni periodiche, al fine di verificare lo stato dell'elemento esaminato e di individuare l'eventuale presenza di degradi e/o anomalie; la loro frequenza è stabilita, per ciascun elemento strutturale, nelle schede di manutenzione.

Le ispezioni devono essere effettuate da tecnici diplomati, che poi redigono l'apposito rapporto denominato "Scheda esame visivo" e, con i dati di quest'ultimo, aggiornano una "Scheda

Kontrollen mit dem Datum der Kontrolle und evtl. auftretenden Anomalien, aktualisieren.

**Mindestens ein Mal im Jahr ist die Überprüfung durch einen Ingenieur notwendig.**

Die gesamte im Laufe der Zeit angeeignete Dokumentation muss in der Datenbank archiviert werden, um in der ersten Instanz für jedes Bauwerk folgende zwei grundlegende Dokumente zu erhalten:

- Das Datenblatt über die Ergebnisse der regelmäßigen Inspektion (an jedem Datum, in Folge kurz als „Datenblatt der Lokalaugenscheine“ bezeichnet). Diese Art von Datenblätter sind für jedes Instand zuhaltende Element anders, da sie spezielle Daten enthalten.
- Das Datenblatt für die grundlegenden strukturellen Eigenschaften und den Rückblick der Inspektionen, das regelmäßig aktualisiert werden muss und kurz „Rückblicksdatenblatt“ genannt wird.

### 2.3.1 Lokalaugenschein

Der Lokalaugenschein kann von einem Mitarbeiter der vorgegebenen Struktur durchgeführt werden, der seine Beobachtungen in einem dafür vorgesehenen Bericht zusammenfasst.

Der Bericht, dessen Struktur für alle Bauwerke die selbe ist, beinhaltet im allgemeinen Teil die Identifikation des überprüften Bauwerks, die allgemeine Bestellnummer, das Datum der Inspektion, die Namen derjenigen, die den Lokalaugenschein durchgeführt haben, die Identifikationsdaten von evtl. Fotos, die allgemeinen Daten des Bauwerks und die anschließenden, dem Datenblatt beigefügten Sektionen, bezüglich vorgefundenen Anomalien in Bezug auf die einzelnen Instand zuhaltenden Teile.

Die zu überprüfenden Teile sind einfach anhand der Liste zu identifizieren, die im 6. Paragraph angeführt ist.

### 2.3.2 Detaillierte Lokalaugenscheine (Inspektionen)

Der Lokalaugenschein ist die erste vorzusehende Tätigkeit für eine korrekte Ermittlung, dessen Ziel die Feststellung und Diagnose der Verfallphänomene und die Planung der darauf folgenden strukturellen Restaurierungsmaßnahmen ist.

storica” dei controlli, inserendo la data della visita e le eventuali nuove anomalie insorte.

**Almeno una volta all’anno, è necessaria la verifica da parte di un ingegnere.**

L’insieme della documentazione di base ed acquisita nel tempo, dovrà essere archiviata nella banca dati, per ottenere in prima istanza, per ciascuna opera, l’insieme dei suddetti due documenti fondamentali:

- il foglio di risultanza dell’ispezione periodica (a qualunque data, sinteticamente denominato nel seguito “scheda esame visivo”). Le schede di questo tipo sono particolari per ogni elemento oggetto di manutenzione in quanto contengono dati specifici.
- il foglio riportante le caratteristiche strutturali fondamentali e la storia delle ispezioni, da aggiornare periodicamente, sinteticamente denominato nel seguito “scheda storica”.

### 2.3.1 Controllo visivo

L’esame visivo può essere condotto da un operativo della struttura preposta che riassume le sue osservazioni su apposito rapporto.

Il rapporto, la cui struttura è la medesima per ogni opera, contiene nella sua parte generale, l’identificazione dell’opera esaminata, il numero d’ordine generale, la data di ispezione, l’indicazione dei nomi di chi ha effettuato la visita, i dati identificativi di eventuali fotografie scattate, i dati generali dell’opera e le successive sezioni allegate alla scheda, relative ad anomalie riscontrate in corrispondenza delle singole parti oggetto di manutenzione.

Le parti da esaminare risultano facilmente identificabili mediante la lista riportata paragrafo 6.

### 2.3.2 Controlli visivi dettagliati (ispezioni)

L’esame visivo è la prima operazione da prevedere per un’indagine corretta, il cui scopo sia l’individuazione e la diagnosi dei fenomeni di degrado e la progettazione del conseguente intervento di restauro strutturale.

Während einer Inspektion einer Struktur aus Stahlbeton, zum Beispiel, ist es angemessen die sichtbaren Oberflächen der Struktur und der Elemente, aus denen diese besteht, zu überprüfen, bevor jeder neue Fakt und das Auftreten von externen Anomalien festgestellt wird. In diesem Fall müssen alle Anomalien des Bauwerks, von den Mikrorissen, den Rostflecken, der Oxidation des Stahls, der Delamination, bis hin zur Abtrennung des Betons, in konventioneller Weise notiert werden und mit einer gründlichen fotografischen Dokumentation versehen werden.

Falls das Bauwerk gravierende Anomalien vorweisen sollte, muss der Techniker weitere Spezial-Kontrollen fordern und in der Zwischenzeit, bei Notfällen, evtl. Einschränkungen des Betriebs des Bauwerks einleiten.

### **2.3.3 Instrumentelle Kontrollen (Test)**

Die systematische Durchführung von Lokalaugenscheinen und die daraus folgende Analyse der Daten, sind nicht immer ausreichend um jeden Defekt festzustellen, die Ursachen von bestimmten Verfallserscheinungen klar zu verstehen oder um objektiv die „Gefahr“ einer Situation einzuschätzen und die geeignete - auch wenn nur provisorische – Lösung dafür zu finden.

Die notwendigen diagnostischen Überprüfungen, die aus einem rein operativen Gesichtspunkt zu den ordentlichen Instandhaltungstätigkeiten gehören, erfordern die Durchführung von instrumentellen Proben, die sowohl lokal (die Überprüfung von „kritischen“ Punkten betreffend), als auch „global“ (die generelle Überprüfung der Struktur betreffend) sein können, mittels welchen es möglich ist Eigenschaften und Parameter der Bestandteile der Bauwerke einzuschätzen.

Diese Ausrüstungen müssen von dafür speziell ausgebildeten Technikern – von Ingenieuren - betrieben werden. Evtl. können auch Datenverarbeitungssysteme eingesetzt werden, die die erhobenen Daten richtig interpretieren können.

## **2.4 DATENBLÄTTER**

Die für die Sichtkontrollen eingeteilten Leute werden mit Karteikarten ausgestattet, in die sie ihre Beobachtungen eintragen können.

Die vom Wartungsdienstleiter koordinierte Einrichtung ist beauftragt, die Daten auszuwerten und zu archivieren.

Per esempio, durante l'ispezione di una struttura in c.a., è opportuno esaminare le superfici delle strutture visibili, degli elementi costituenti le stesse, onde accertare ogni fatto nuovo e l'insorgere di eventuali anomalie esterne; in tal caso si dovrà annotare in maniera convenzionale tutti le anomalie dell'opera, dalle microfessurazioni alle macchie di ruggine, dallo stato di ossidazione del ferro alle delaminazioni ed ai distacchi del calcestruzzo, il tutto adeguatamente supportato da un'accurata documentazione fotografica.

Nel caso in cui l'opera presentasse segni di gravi anomalie, il tecnico dovrà promuovere ulteriori controlli specialistici e nel frattempo adottare direttamente, in casi di urgenza, eventuali limitazioni all'esercizio dell'opera.

### **2.3.3 Controlli strumentali (test)**

L'esecuzione sistematica di ispezioni visive e la conseguente analisi dei dati, non sono sempre sufficienti per individuare qualsiasi difetto o per comprendere chiaramente le cause di determinati degradi, né per valutare oggettivamente il grado di "pericolo" di una situazione ed il rimedio anche provvisorio più idoneo.

I necessari approfondimenti diagnostici, che dal punto di vista prettamente operativo sono stati fatti rientrare fra le operazioni di manutenzione ordinaria, richiedono l'esecuzione di prove strumentali che possono essere sia di tipo puntuale (relative all'esame di punti "critici") che di tipo "globale" (relative all'esame generale della struttura), mediante le quali è possibile stimare e valutare caratteristiche e parametri, relativi allo stato dei materiali costituenti le opere.

Tali attrezzature devono essere gestite da tecnici specializzati nel loro utilizzo, da ingegneri ed eventualmente possono essere utilizzati sistemi informatizzati di analisi dei dati, che sappiano correttamente interpretare i dati raccolti.

## **2.4 SCHEDE**

Gli operatori che devono svolgere le operazioni di controllo visivo saranno forniti di apposite schede sulle quali trascriveranno quanto osservato.

E' compito della struttura coordinata del conduttore del servizio di manutenzione l'archiviazione e l'interpretazione dei dati.

#### 2.4.1 Rückblicksdatenblatt

Das „Rückblicksdatenblatt“ hat, wie bereits angesprochen, das Finden und Sammeln aller bekannten Daten von Anfang des Projekts an und den Realisierungsarten des Bauwerks, bis zum Ist-Stand, zum Ziel. Dieses Datenblatt wird für jeden Teil der Struktur eines jeden Bauwerks erstellt und regelmäßig aktualisiert und enthält folgende Informationen:

- Bestimmung des Bauwerks und des strukturellen Teils, auf das es sich bezieht.
- Zeitraum der Konstruktion und damit zusammenhängende Ereignisse.
- Materialien, aus denen der strukturelle Teil des Bauwerks besteht und für jedes einzelne Material, Angabe der Eigenschaften, Dimensionen, Typologie, usw. (Beton, Eisen, anderes).
- Andere Information bezüglich des Standorts, des statischen Schemas, des Anfangsdatums des Verfalls, usw..
- Chronologische Reihenfolge der Inspektionen mit Angabe des Datums, der Strukturteile, deren Anomalien sich im Verhältnis zur vorhergehenden Inspektion verändert haben und was sich tatsächlich verändert hat, und die Nr. des Erhebungs-Datenblatts.
- Chronologische Reihenfolge der signifikanten Instandhaltungsmaßnahmen, mit Angabe des Datums, der Typologie und des Standorts.

Im Anhang A 1 ist das „Rückblicksdatenblatt“ angeführt.

#### 2.4.2 Datenblatt für Anomalien, die während eines Lokalaugenscheins festgestellt wurde

Für eine richtige und eindeutige Beurteilung der Ergebnisse der Untersuchungen - möglichst von unterschiedlichen Personen durchgeführt -, ist es von grundsätzlicher Bedeutung, die Klassifizierungsprozesse der verschiedenen Verfallstypen und der bedeutendsten Parameter für die Beschreibung und Kontrolle dieser anzupassen. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen „Datenblätter für Anomalien“ benutzt werden, in denen die Eigenschaften unmissverständlich definiert sind.

#### 2.4.1 Scheda dati storici

La “scheda dati storici”, che come detto è finalizzata a reperire e raccogliere tutti i dati conoscitivi a partire dal progetto e dalle modalità di realizzazione dell’opera, sino allo stato attuale, è redatta ed aggiornata periodicamente per ciascuna parte strutturale di ogni opera, e contiene le seguenti informazioni:

- Individuazione dell’opera e della parte strutturale cui si riferisce.
- Periodo di costruzione e vicende ad esso collegate.
- Materiali costituenti la parte strutturale dell’opera e, per ciascuno di essi, indicazione delle caratteristiche, dimensioni, tipologia, ecc. (cls, acciaio, altro).
- Altre informazioni relative all’ubicazione, allo schema statico, alla data d’inizio del degrado, ecc.
- Successione cronologica delle ispezioni, per ciascuna delle quali è riportata la data, le parti della struttura le cui anomalie hanno subito delle variazioni rispetto all’ispezione precedente, che cosa è effettivamente variato, il n° della scheda di rilevamento.
- Successione cronologica degli interventi significativi di manutenzione, con la relativa data, tipologia e ubicazione.

Nell’Appendice A 1 è riportato il modello di riferimento per la “Scheda dati storici”.

#### 2.4.2 Scheda anomalie rilevate con controllo a vista

Di fondamentale importanza per una valutazione corretta ed univoca dei risultati delle visite, possibilmente effettuate anche da personale diverso, è uniformare in maniera razionale le procedure di classificazione dei diversi tipi di ammaloramento e dei parametri più significativi per la loro descrizione ed il loro controllo; per raggiungere l’obiettivo, si devono utilizzare delle “schede anomalie” dove tali caratteristiche risultano univocamente definite.

Diese „Datenblätter für Anomalien“, die, wie vorher angeführt, den „Datenblättern für Lokalaugenschein“ beiliegen, werden in Relation zu den Anomalien und/oder den Anomalien des Bauwerks in Bezug auf die einzelnen Teile, unterteilt. Auf diesen Datenblättern müssen die Beschreibung des ermittelten Verfalls und alle Informationen zur Ermittlung der Ursachen, und den evtl. notwendigen Maßnahmen, wie der Standort, der Umfang, die Typologie, das Umfeld, die Art des Elements, wo er aufgetreten ist und alle besonderen Beobachtungen von Seiten des Zuständigen für die Datenerhebung, notiert werden.

Jedem festgestellten Lokalaugenschein der Instandhaltenden Elemente, wurde ein Datenblatt für Anomalien zugeordnet.

#### **2.4.3 Anagraphische Datenblätter für die Katalogisierung des Bauwerkes**

Die Katalogisierung der Bauwerke im Format anagraphischer Datenblätter stellt die grundlegende Dokumentation für die Bildung der „Instandhaltungsakte“ für das Bauwerk dar.

Die erste Phase der vorgeschlagenen Methodik zur Überwachung und dem Monitoring der Bauwerke der Infrastruktur (Vorläufiges Ziel für die Planung eines Verwaltungs- und Instandhaltungssystems) besteht in der Erfassung ihrer geometrischen und strukturellen Eigenschaften, sowie auch jene der Lage und Höhe betreffenden auf Datenblättern.

Das System der Datenblätter ist in den ersten drei Stufen des folgenden Ablaufdiagramms dargestellt:

Tali “schede anomalie”, che come accennato in precedenza sono allegate alla “scheda esame visivo”, saranno relative alle anomalie e/o anomalie presenti nell'opera in corrispondenza delle singole parti, e in esse dovrà essere riportata la descrizione del degrado rilevato e tutte le informazioni utili all'individuazione sia delle cause, sia degli eventuali interventi da eseguire successivamente, quali l'ubicazione, la sua estensione, la tipologia, l'ambiente e il tipo di elemento ove si sono manifestati ed eventuali altre osservazioni particolari a cura del rilevatore.

Ad ogni controllo visivo individuato, per gli elementi manutenibili, è da associare una scheda anomalie.

#### **2.4.3 Schede anagrafiche di catalogazione dell'opera**

La catalogazione delle opere, nel formato di schede anagrafiche, costituisce la documentazione base per la formazione del “fascicolo di manutenzione” per l'opera.

La prima fase della metodologia proposta per la sorveglianza ed il monitoraggio delle opere d'arte dell'infrastruttura (tappa preliminare per la pianificazione di un sistema di gestione e manutenzione) consiste nella schedatura delle loro caratteristiche geometriche e strutturali, nonché delle caratteristiche plano altimetriche.

Il sistema di schedatura è rappresentato dai primi tre livelli del diagramma di flusso di seguito riportato:

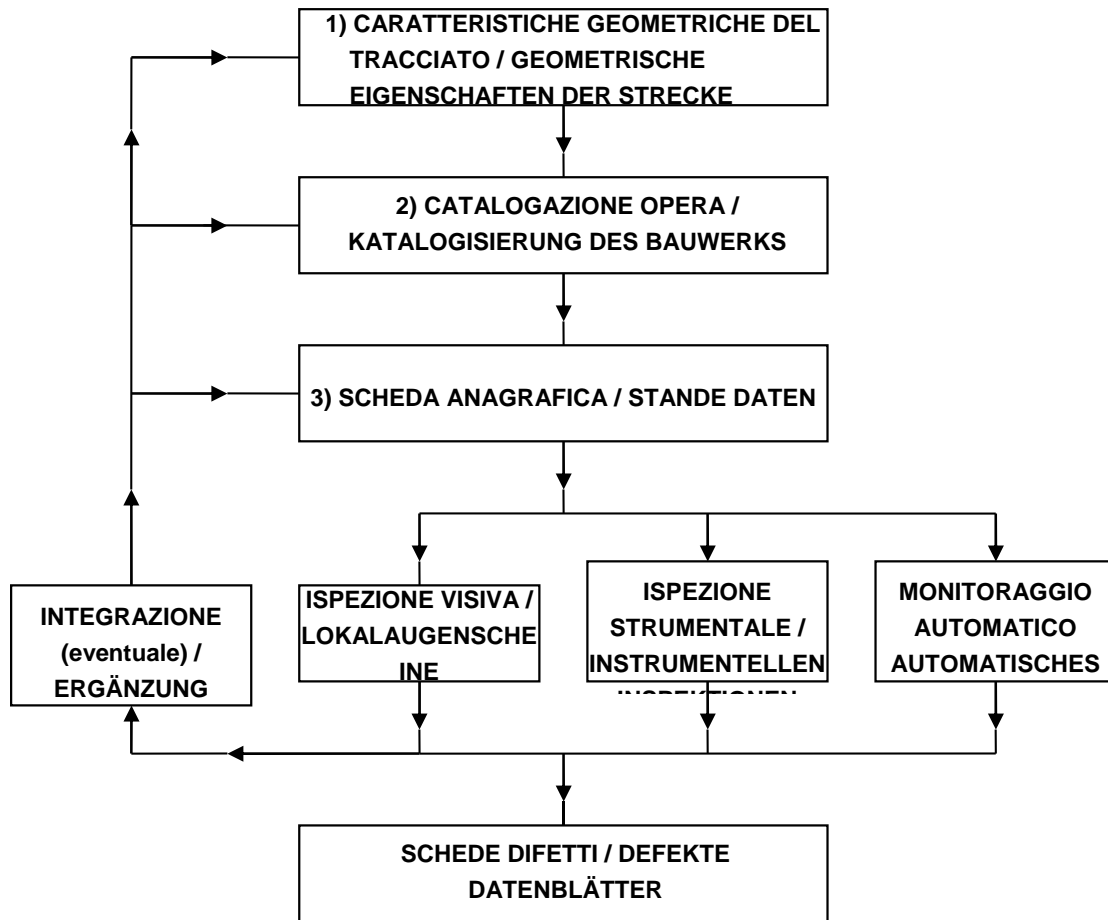


Abbildung 1: Ablaufdiagramm der Datenblätter beschreibt Für die ersten zwei Stufen (Geometrische Eigenschaften der Strecke und Katalogisierung des Bauwerks) werden die Daten normalerweise kurz gefasst in Form einer Tabelle dargestellt. Für die dritte Stufe ist eine Abfolge von Datenblättern vorbereitet worden, die sich auf die einzelnen Strukturen beziehen und progressiv je nach Bezug geordnet sind.

Das Verfassen der oben angeführten Datenblätter ist gemeinsam mit den architektonischen und strukturellen Vorlagen des Projekts und/oder der Vorlagen zur Realisierung des Bauwerks durchzuführen. Die Datenblätter werden laufend während der Bauphase aktualisiert.

Obwohl die Katalogisierung der Bauwerksteile in schematischer Form gemacht wird, muss diese grundlegend für die geometrische Struktur stehen, um die Planung der Instandhaltungsmaßnahmen zu erleichtern.

Nach dem logischen, oben angeführten, Schema ist ein Überwachungs- und Monitoring-System des Bauwerks fester

Figura 1: Diagramma di flusso del sistema di schedatura Per i primi due livelli (caratteristiche geometriche del tracciato e catalogazione dell'opera), i dati sono generalmente sinteticamente riportati in forma di tabulato; per il terzo livello è predisposta una sequenza di schede riferite alle singole strutture e ordinate secondo la progressiva di riferimento.

La stesura delle suddette schede è da effettuare in tutt'uno con gli elaborati architettonici e strutturali di progetto e/o la realizzazione dell'opera, prevedendo il loro aggiornamento in fase costruttiva di esercizio.

La catalogazione delle parti di opera, pur essendo eseguita in forma schematica, dovrà essere significativamente rappresentativa dalla geometria della struttura, al fine di agevolarne la pianificazione degli interventi di manutenzione.

Secondo lo schema logico sopra riportato, parte integrante del progetto esecutivo è, un sistema di sorveglianza e monitoraggio del manufatto, al fine di programmare,

Bestandteil des auszuführenden Projektes um Folgendes zu planen,

1. Die Lokalausweise „bei Betrieb“;
2. Die instrumentellen Inspektionen;
3. Das dauerhafte und automatische Monitoring-System.

Aus der Analyse der, während der Inspektion ermittelten Daten, kann man evtl. die Möglichkeit weiterer Kontrollen des Bauwerks abwägen, indem man dem, in Folge angeführten, Ablaufdiagramm folgt und evtl. die folgenden Phasen von ordentlichen und/oder außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen voraus sieht.

Als Instandhaltung (ordentliche oder außerordentliche) versteht man die Gesamtheit der notwendigen Tätigkeiten um das Bauwerk in seiner vollen Effizienz, bezogen auf seine ursprünglichen Eigenschaften, zu halten.

Im Detail beinhalten die ordentlichen Instandhaltungstätigkeiten folgendes:

- Reinigung der einzelnen Bauwerksteile, evtl. auch mit mechanischen Mitteln, um alle Fremdkörper zu entfernen;
- Austausch von beschädigtem Zubehör mit einfachen De- und Montagetätigkeiten;
- Lokalisierte oberflächliche Reparaturen der strukturellen Teile, evtl. auch mit speziellen Materialien;
- Lokalisierte Abdichtungs- und Bodenreparaturen;
- Lokalisierte Maßnahmen gegen Korrosion;
- Verschiedene Reparaturen

Weiters sehen die außerordentlichen Instandhaltungstätigkeiten normalerweise Folgendes vor:

- Wiederherstellung von Strukturteilen aus Stahlbeton auch mit speziellen Materialien;
- Schutz der frei liegenden Bewehrung, weiträumig ausgebreitet;
- Schutz des Betons vor zersetzenden Einflüssen durch das Auftragen von evtl. Schutzfilmen;

1. Le ispezioni visive “in esercizio”;
2. Le ispezioni strumentali;
3. Il sistema di monitoraggio permanente automatizzato.

Dall'analisi dei dati, rilevati con le ispezioni, si potrà eventualmente valutare l'opportunità di effettuare ulteriori controlli sul manufatto, seguendo il diagramma di flusso di seguito riportato, pervenendo alla eventuale fase successiva di interventi di manutenzione ordinaria e/o straordinaria.

Per manutenzione (ordinaria o straordinaria) si intende il complesso di operazioni necessarie a mantenere l'opera nella sua piena efficienza, nel rispetto delle sue originarie caratteristiche.

In particolare le operazioni di manutenzione ordinaria di regola comprendono:

- pulizia delle varie parti dell'opera, anche con mezzi meccanici, al fine di asportare tutti i materiali estranei;
- sostituzione di elementi accessori deteriorati con operazioni di semplice smontaggio e montaggio;
- riparazioni localizzate superficiali delle parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;
- riparazioni localizzate di impermeabilizzazione e pavimentazione;
- interventi localizzati contro la corrosione;
- operazioni di riparazione varie.

Inoltre, le operazioni di manutenzione straordinaria di regola prevedono:

- ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato da eseguire anche con materiali speciali;
- protezione delle armature scoperte, estesa ad ampie zone;
- protezione dei calcestruzzi da azione disgreganti con eventuale applicazione di film protettivi;



- Versiegelung von Strukturrissen im Stahlbeton, die keine spezifischeren Maßnahmen erfordern;
- Maßnahmen bei Schrauben, Schweißstellen oder weiteren beschädigten metallischen Strukturen;
- Schutz gegen Korrosion auf metallischen Strukturen;
- Schutz der Armaturen vor zersetzenden Einflüssen;
- Reparatur und Wiederaufbau von großen Teilen der Struktur;
- sigillatura di fessure di strutture in c.a. che non richiedano interventi più specifici;
- interventi su bullonature, saldature o parti comunque danneggiate di strutture metalliche;
- protezione contro la corrosione su strutture metalliche;
- protezione delle armature da azioni disagreganti;
- riparazione e ricostruzione di ampie porzioni di struttura.

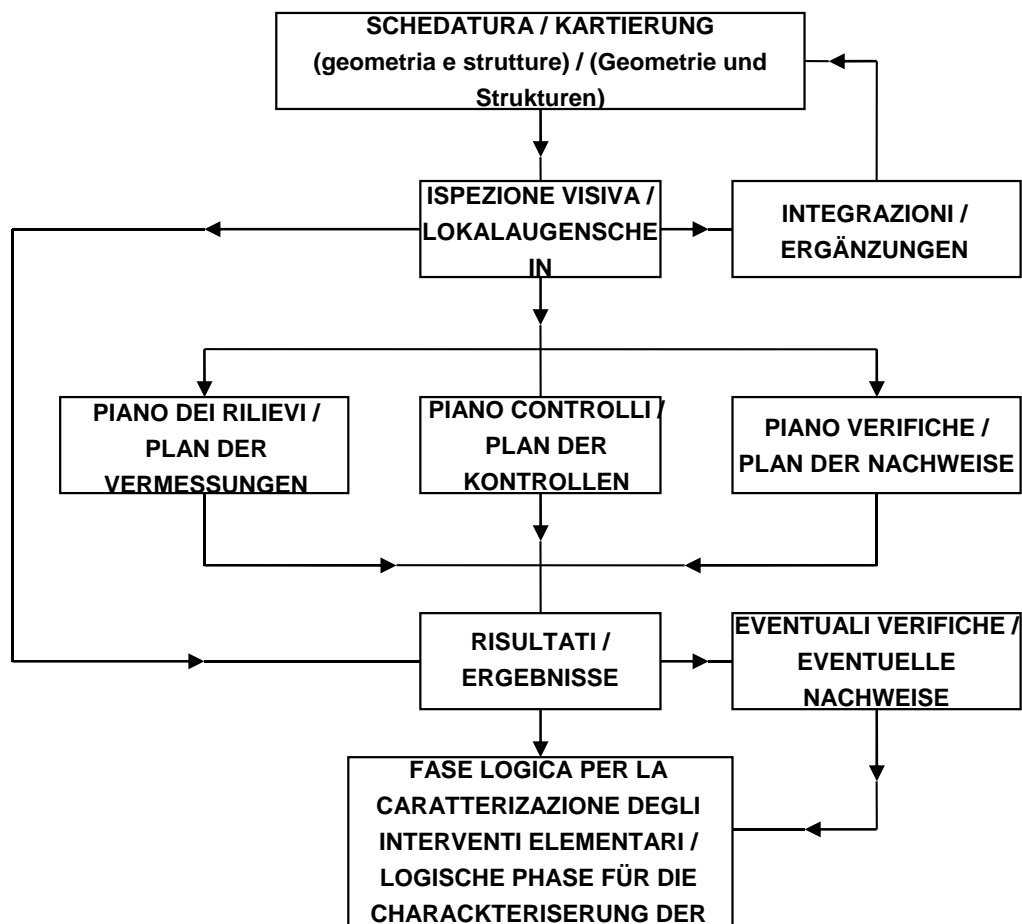


Abbildung 2: Ablaufplan über weitere Kontrollen des Bauwerkes

Figura 2: Diagramma di flusso descrivente ulteriori controlli sul manufatto

## 2.5 ERGEBNISSE DER KONTROLLEN UND ANALYSEN DER DATEN – KRITERIEN FÜR DIE MAßNAHMEN

Die Vorbereitungsphase für die Instandhaltung ist die Analyse der Daten, die es erlaubt, das Bauwerk sowohl aus dem morphologischem als auch aus dem leistungstechnischem Gesichtspunkt zu kennen; Sie wird durch folgende Tätigkeiten durchgeführt:

## 2.5 RISULTATI DEI CONTROLLI E ANALISI DEI DATI - CRITERI PER L'INTERVENTO

La fase propedeutica alla manutenzione, è l'analisi dei dati che consentono la conoscenza dell'opera, sia dal punto di vista morfologico che prestazionale, effettuata attraverso le seguenti operazioni:

- rilievo del sistema;

- Erhebung des Systems;
- Datenerhebung.

Die zwei in den vorherigen Absätzen behandelten Punkte erlauben die Realisierung einer Datenbank für jedes strukturelle Element bestehend aus Daten, die nach standardisierten Kriterien eingegeben werden.

Im laufenden Kapitel werden weitere Bewertungselemente (Grenzwerte, Verfallsgründe, mögliche Maßnahmen, Einschränkungen, Prioritäten der Maßnahmen) festgelegt. Mittels dieser wird es möglich sein, ein vollständiges Bild der Informationen zu haben, mit dem man die Typologie der Maßnahme und die Umsetzungsdauer festlegen kann

Im Anhang A2 ist das „Datenblatt für Maßnahmenkriterien“ angeführt, das alle Informationen beinhaltet und zur angeführten definitiven Wahl führt.

#### 2.5.1 Bericht über die Pathologien und Grenzwerte

Die Datenermittlung wird zunächst von einem Bericht über die Pathologien ergänzt, der sich aus dem Vergleich zwischen erhobenem Stand und dem optimalen Stand ergibt und die Ergebnisse, die als pathologisch angesehen werden können, ermittelt. Dies setzt die Festlegung von Grenzwerten für die gemessenen Parameter voraus. Es ist möglich, für den selben Status-Indikator, auch mehr als nur einen Grenzwert zu ermitteln.

Zwischen der Vielzahl an ermittelbaren Grenzwerten, die es ermöglichen die minimalen Leistungsniveaus, die gehalten werden müssen, hervorzuheben, werden folgende signalisiert:

- Optimale Grenze für Maßnahmen, die die Werte der Statusindikatoren festlegt; Unter diesen Werten ist es notwendig evtl. außerordentliche Instandhaltungsmaßnahmen in Betracht zu ziehen.
- Minimale Grenze für Maßnahmen, die die Werte der Statusindikatoren festlegt; Unter diesen Werten ist es auf jeden Fall notwendig außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen durchzuführen.

#### 2.5.2 Analyse der Verfallsursachen

Die Analyse der Verfallsursachen ist dafür gedacht, Pathologien zu individualisieren und zu diagnostizieren.

In vielen Fällen wäre die Durchführung von Instandhaltungsmaßnahmen ohne die Ermittlung und

- acquisitione dei dati.

I due punti trattati nei paragrafi precedenti, consentono la creazione di una banca dati relativa a ciascun elemento strutturale e formata da dati inseriti con criteri standardizzati.

Nel presente capitolo, saranno individuati ulteriori elementi di valutazione (valori di soglia, cause del degrado, possibili interventi, vincoli, priorità d'intervento), mediante i quali sarà possibile avere un quadro completo di informazioni, con il quale definire la tipologia dell'intervento ed i tempi per la sua realizzazione.

Nell'Appendice A2 è riportata la "Scheda criteri per l'intervento", che raccoglie tutte le informazioni e conduce alla citata scelta definitiva.

#### 2.5.1 Relazione sulle patologie e valori di soglia

Il rilievo dati è anzitutto integrato da una relazione sulle patologie, derivante dal confronto tra stato rilevato e stato ottimo, con individuazione dei risultati da ritenere patologici; ciò presuppone la definizione di valori di soglia per i parametri misurati; è possibile individuare, per uno stesso indicatore di stato, anche più di un valore di soglia.

Tra i molteplici valori di soglia individuabili al fine di evidenziare i minimi livelli prestazionali da preservare, si segnalano:

- soglia d'intervento ottimale, che definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre prendere in considerazione l'eventualità di eseguire interventi di manutenzione straordinaria;
- soglia minima di intervento, che definisce i valori degli indicatori di stato al di sotto dei quali occorre senz'altro eseguire interventi di manutenzione straordinaria.

#### 2.5.2 Analisi delle cause di degrado

L'analisi delle cause di degrado, è finalizzata all'individuazione e alla diagnosi delle patologie.

In molti casi, l'esecuzione d'interventi di manutenzione senza l'individuazione e la rimozione delle cause di degrado,

Beseitigung des Verfallsgrundes nicht wirklich effektiv und würde nur zu einer zeitlich sehr begrenzten Verbesserung der Leistungen führen.

Die Diagnose erfolgt durch folgenden Phasen:

- man zieht die als pathologisch geltenden Status des Systems in Betracht;
- falls für ein Element mehrere Pathologien co-existieren sollten, ermittelt man die signifikantesten;
- für jede Pathologie werden Ursache-Verfall-Diagramme erstellt;
- es werden die Hauptursachen ermittelt;
- falls die Ermittlung der Ursachen unsicher ist, werden genauere Daten gesammelt.

Die Ursache-Verfall-Diagramme können für jedes Element und für die signifikanten Verfalle durchgeführt werden. Diese Diagramme bilden auch die Grundlage für die Implementierung der informatischen Führungssysteme der Instandhaltung.

### 2.5.3 Ermittlung der Maßnahmen

In dieser Phase müssen jene Elemente ermittelt werden, bei denen man Maßnahmen durchführen muss, und es muss festgestellt und festgelegt werden, welche Typologie von Arbeiten durchzuführen sind. Die zu treffende Wahl muss in erster Linie, wenn möglich, die Entfernung der Ursachen des Verfalls vorsehen und an zweiter Stelle müssen Ziele und Ausführungstechniken der Arbeiten festgelegt werden.

Da das Wissen und die zur Verfügung stehenden Technologien mehrere technische Alternativen für jede Maßnahme ermöglichen, müssen die verschiedenen Lösungen verglichen werden, indem man die Machbarkeit der spezifischen Maßnahme und die Effizienz dieser in Betracht zieht.

Diese Effizienz darf nicht nur im Verhältnis zu den Leistungen des Systems sofort nach der Instandhaltungstätigkeit untersucht werden, sondern auch in Bezug seiner Leistungen im Laufe der Zeit.

Deshalb werden die Zuverlässigkeit, die Kapazität des Systems - die eigenen Leistungen innerhalb eines vorgesehenen Bereiches, eines Zeitraumes und der Nutzungsbedingungen beizubehalten -, die

resultieren würde, wäre nur zu einer zeitlich sehr begrenzten Verbesserung der Leistungen führen.

La diagnosi avviene attraverso le seguenti fasi:

- si prendono in considerazione gli stati del sistema ritenuti patologici;
- nel caso in cui per un elemento coesistano più patologie, si individuano quelle più significative;
- per ogni patologia si redigono dei diagrammi causa-degrado;
- si individuano le cause principali;
- se l'individuazione delle cause appare incerta, si provvede alla raccolta di dati più approfonditi.

I diagrammi causa-degrado, possono essere eseguiti per ogni elemento e per i degradingi significativi; tali diagrammi costituiscono anche la base per l'implementazione di sistemi informatizzati di gestione della manutenzione.

### 2.5.3 Individuazione degli interventi

In tale fase, devono essere individuati gli elementi sui quali intervenire e deve essere prevista e definita la tipologia dei lavori da eseguire. La scelta da attuare deve prevedere in primo luogo, quando possibile, la rimozione delle cause di degrado; in secondo luogo, occorre definire obiettivi e tecniche esecutive dei lavori.

Poiché le conoscenze e le tecnologie disponibili consentono più alternative tecniche per ogni tipo di intervento, il confronto tra diverse soluzioni va eseguito tenendo presenti sia le condizioni di fattibilità dello specifico intervento, sia la sua efficacia.

Tale efficacia deve essere valutata non solo in relazione alle prestazioni del sistema subito dopo le operazioni di manutenzione, ma anche in relazione alle sue prestazioni nel tempo.

Diventano allora essenziali i requisiti di affidabilità, capacità del sistema di mantenere le proprie prestazioni entro un intervallo di valori prefissato, per un dato periodo di tempo ed in determinate condizioni d'uso, di sollecitazione, di

Inanspruchnahme, die Instandhaltung und die Veranlagung der Grund für Instandhaltungsarbeiten zu sein, essenziell.

#### **2.5.4 Analyse der Einschränkungen und der Prioritäten**

Die Ausführung der Maßnahmen kann Einschränkungen verschiedener Natur, d.h. Bedingungen, die berücksichtigt und sachgemäß gewertet werden müssen, unterliegen.

Im spezifischen Fall sind die Haupteinschränkungen auf Platzmangel und das interne Klima des Tunnels zurückzuführen.

Die Instandhaltungstätigkeiten werden anhand einer Prioritätenliste klassifiziert werden, die den Grad und die Konsequenzen des Verfalls und manchmal auch besondere Anforderungen, berücksichtigt. Auf diese Weise ist es möglich zwischen drei Klassen von Maßnahmen zu unterscheiden:

- Der Verfall eines Elements löst keine Verfallphänomene und Sicherheitsrisiken in anderen Komponenten aus: Die Maßnahme kann im Verhältnis zur Ernsthaftigkeit und des Ausmaßes des Verfalls aufgeschoben werden.
- Der Verfall eines Elements löst pathologische Phänomene in anderen Komponenten (ohne die sofortige Beeinträchtigung der Sicherheit) aus, mit der Konsequenz, dass die Instandhaltungskosten steigen, falls nicht zeitlich eingegriffen wird: Die Maßnahme muss mit einer ziemlichen Dringlichkeit erfolgen.
- Der Verfall führt zur Beeinträchtigung der Sicherheit: Die Maßnahme muss so schnell wie möglich durchgeführt werden.

### **3 INSTANDHALTUNGSANLEITUNG**

#### **3.1 EINLEITUNG**

Der Instandhaltungsplan wird laut Gesetz als ein Instrument bezeichnet, das den technischen Mitarbeitern des Instandhaltungsdienstes die Anweisungen für die Instandhaltungsmaßnahmen liefern muss.

Weiters liefert eine sachgemäße Ausrichtung der Anleitung auch die Elemente zur Unterstützung der vorgesehenen Instandhaltungsaktivitäten.

Die Instandhaltungsanleitungen müssen während den folgenden Ausführungsphasen bis zur Fertigstellung des

manutenibilität e di attitudine ad essere oggetto di manutenzione.

#### **2.5.4 Analisi dei vincoli e delle priorità**

L'esecuzione degli interventi può essere soggetta a vincoli di varia natura, ossia a condizioni che devono essere rispettate e opportunamente valutate.

Nel caso specifico i principali vincoli sono dovuti allo spazio ridotto ed al clima interno alla galleria.

Le operazioni di manutenzione, vengono classificate secondo una lista di priorità che tenga conto del livello e delle conseguenze del degrado e, talvolta, anche di particolari esigenze; in tal modo, si possono distinguere tre classi principali di interventi:

- il degrado di un elemento non comporta innesco di fenomeni di degrado in altri componenti e pericoli per la sicurezza: l'intervento può essere dilazionato nel tempo in funzione della severità e dell'estensione del degrado.
- Il degrado di un elemento comporta l'innesco di fenomeni patologici in altri componenti (senza la compromissione immediata del requisito di sicurezza), con conseguente aumento dei costi di manutenzione nel caso in cui non si intervenga tempestivamente: l'intervento deve essere eseguito con una certa urgenza.
- il degrado porta alla compromissione del requisito di sicurezza: l'intervento deve essere eseguito al più presto.

### **3 MANUALE DI MANUTENZIONE**

#### **3.1 PREMESSA**

Il manuale di manutenzione viene indicato dalla normativa come uno strumento che deve fornire agli operatori tecnici del servizio di manutenzione le indicazioni relative agli interventi di manutenzione.

Inoltre una corretta impostazione del manuale fornisce anche gli elementi di supporto alle attività di manutenzione programmata.

I manuali di manutenzione dovranno essere aggiornati nelle successive fasi di esecuzione, fino al compimento delle opere.

Bauwerks aktualisiert werden. Während des gesamten Bauvorgangs müssen (von den betroffenen Mitarbeitern) alle notwendigen/nützlichen Informationen für das Verfassen der Anleitungen, inklusive des definitiven Status der Konstruktion (falls er sich vom Status der Planung unterscheiden sollte), gesammelt werden.

### **3.2 ZIELE**

Die verfolgten Ziele der Anleitung sind:

- technisch-funktional;
- ökonomisch
- juristisch-verwaltungstechnisch

#### **3.2.1 Technisch-funktionale Ziele**

Erstellung eines Erhebungssystems für die grundlegenden Informationen und die Aktualisierung anhand der Feedback-Informationen nach der Durchführung der Maßnahmen, wobei ermöglicht wird, durch die Implementierung und die laufende Aktualisierung des Informationssystems das Bauwerk und die Bauwerksteile zu kennen und sachgemäß instand zu halten.

Die Ermittlung der angemessenen Instandhaltungsstrategien im Verhältnis zu den Eigenschaften der Immobilie und der generellen Führungspolitik der Liegenschaften zu ermöglichen.

Die technischen Mitarbeiter über die durchzuführenden Inspektions- und Instandhaltungsmaßnahmen zu unterrichten, um eine sachgemäße und wirkungsvolle Durchführung dieser zu unterstützen.

Die Instruktionen und Verfahren für die Qualitätskontrolle des Instandhaltungsdienstes zu definieren.

Das Bauwerk ist den unter Umständen nach der Fertigstellung in Kraft getretenen Bestimmungen gemäß anzupassen.

#### **3.2.2 Ökonomische Ziele**

Den nutzbaren Lebenszyklus mit der Durchführung von geplanten Instandhaltungsmaßnahmen in Kohärenz mit den Eigenschaften des Bauwerkes und unter besonderer Beachtung der zukünftigen Nutzung von diesem, zu verlängern.

Durante l'intero processo costruttivo si dovranno raccogliere (dai diversi operatori coinvolti), tutte le informazioni utili per la compilazione dei manuali, compreso lo stato definitivo della costruzione (se diverso dallo stato di progettazione).

### **3.2 OBIETTIVI**

Gli obiettivi perseguiti dal manuale sono:

- tecnico funzionale;
- economico;
- giuridico amministrativo.

#### **3.2.1 Obiettivi di natura tecnico - funzionale**

Istituire un sistema di raccolta delle informazioni di base e di aggiornamento con le informazioni di ritorno a seguito degli interventi, che consenta, attraverso l'implementazione e il costante aggiornamento del sistema informativo, di conoscere e mantenere correttamente l'opera e le sue parti.

Consentire l'individuazione delle strategie di manutenzione più adeguate in relazione alle caratteristiche dell'immobile ed alla più generale politica di gestione del patrimonio immobiliare.

Istruire gli operatori tecnici sugli interventi di ispezione e manutenzione da eseguire, favorendo la corretta ed efficiente esecuzione degli stessi.

Definire le istruzioni e le procedure per controllare la qualità del servizio di manutenzione.

Adeguare l'opera realizzata alle normative eventualmente introdotte dopo la realizzazione della stessa.

#### **3.2.2 Obiettivi di natura economica**

Prolungare il ciclo di vita utile con l'effettuazione di interventi manutentivi programmati ed in coerenza con le caratteristiche dell'opera in considerazione soprattutto dell'uso futuro della stessa.

Eine Ersparnis in der Führung, sowohl anhand der Eindämmung des Energieverbrauchs, als auch durch die Verminderung von Schäden und die Zeit der gesamten oder teilweisen Unbenutzbarkeit der Immobilie zu erzielen.

### 3.2.3 Juristisch-normative Ziele

Die Verantwortungen und Kompetenzen jeder Person in Bezug auf den Gesundheits- und Sicherheitsvorschriften der Arbeitsbereiche festlegen.

Ermittlung und Garantie der Sicherheitsanforderungen, die mit der Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen, anhand der technologischen und installationstechnischen Lösungen, gemäß den Bestimmungen der geltenden Gesetzgebung zusammenhängen.

Ermitteln, wem die Durchführung der einzelnen Instandhaltungsmaßnahmen, auch im Verhältnis zu evtl. zivil- und strafrechtlicher Haftung, zusteht.

### 3.3 ADRESSATEN

Die Indikationen, die geliefert werden, sind an folgende Typologien von Arbeitern adressiert:

- Den Auftraggeber des Instandhaltungsdienstes (Besitzer oder sein Beauftragter), um die Möglichkeit zu haben, festzulegen, welche die beim Planer des Instandhaltungsdienstes zu beantragenden Dokumente sind, d.h. die Instandhaltungsanleitungen;
- Den für das Verfassen der Instandhaltungsanleitung verantwortlichen Techniker (Verfasser), um ihm die Festlegung der Struktur und der technischen Inhalte der Dokumente, aus denen die Instandhaltungsanleitung bestehen wird, zu ermöglichen;
- Jeden, der nützliche informative Daten für das Verfassen der Instandhaltungsanleitungen liefern kann (besonders der Planer, Konstrukteure und Lieferanten), um die Natur der Daten zu verdeutlichen, die dem Verfasser der Anleitung weitergeleitet werden müssen;
- Den Zuständigen des Instandhaltungsdienstes, für die Organisation, der Planung und der operativen Verwaltung von diesem, auch anhand der

Conseguire un risparmio di gestione sia con il contenimento dei consumi energetici che con la riduzione dei guasti e del tempo di totale o parziale di inutilizzazione dell'immobile.

### 3.2.3 Obiettivi di natura giuridico - normativa

Definire le responsabilità e competenze di ciascun soggetto nei riguardi delle norme per la salute e la sicurezza degli ambienti di lavoro.

Individuare e garantire il rispetto dei requisiti di sicurezza connessi all'esecuzione degli interventi di manutenzione sulle soluzioni tecnologiche ed impiantistiche, ai sensi di quanto stabilito dalla legislazione vigente.

Individuare a chi compete l'espletamento delle singole operazioni manutentive, anche in relazione alle eventuali responsabilità civili e penali.

### 3.3 DESTINATARI

Le indicazioni che vengono fornite sono indirizzate alle seguenti tipologie di operatori:

- al committente del servizio di manutenzione (proprietario o suo mandatario) per consentirgli di stabilire la documentazione da richiedere al progettista del servizio di manutenzione, ovvero i manuali di manutenzione;
- al tecnico responsabile della stesura del manuale di manutenzione (l'estensore) per consentirgli di definire la struttura ed i contenuti tecnici dei documenti costituenti il manuale di manutenzione;
- a chi può fornire i dati informativi utili alla compilazione dei manuali di manutenzione (in particolare progettisti, costruttori e fornitori), per rendere evidente la natura dei dati che devono essere trasmessi all'estensore del manuale;
- al responsabile del servizio di manutenzione per l'organizzazione, la programmazione e la gestione operativa del servizio di manutenzione, impostato

Vorschriften, die in der Instandhaltungsanleitung enthalten sind.

- Die Verantwortlichen für Inspektionen, damit diese die Ergebnisse der Inspektionen kongruent mit allen Instandhaltungsaktivitäten und besonders mit den Zielen der Pläne und der Anleitungen, machen können;
- Den Verantwortlichen für die Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen, damit dieser nach den vorgeschriebenen Kriterien und vorgeschlagenen Inhalte der Instandhaltungsanleitung arbeiten kann.

### 3.4 DIE INSTANDHALTUNGSTÄTIGKEITEN

Die Instandhaltungsmaßnahmen müssen unterteilt werden in regelmäßigen Tätigkeiten an „funktionierenden“ Bauwerken und in außerordentlichen Tätigkeiten an mehr oder weniger in ihrer Funktionalität beeinträchtigten Bauwerken oder in Abhängigkeit von externen Faktoren (neue normative Vorschriften, Veränderung des seismischen Grades der Zone, usw.) strukturell anzugleichen sind.

Für die Ersten, aber auch für die Zweiten ist es notwendig nicht nur aus dem Gesichtspunkt der reinen und einfachen Reparatur, sondern vor allem auch präventiv, zu arbeiten. Deshalb müssen jene Maßnahmen, die notwendig sind um die Lebensdauer eines Bauwerks zu verlängern, als fundamental betrachtet werden. Um diese zu realisieren, kann es auch notwendig sein, einen unversehrten Teil des Bauwerks zu „opfern“.

#### 3.4.1 Geplante regelmäßige Instandhaltungstätigkeit

- einfache Reinigung mit mechanischen Geräten oder in Handarbeit, Entfernung von fremden Materialien und ähnliche Tätigkeiten;
- Austausch von beschädigten Elementen durch einfache Demontage- und Montage-Tätigkeiten.
- Kleine Ersetzungen, Stuck-Tätigkeiten, Reparaturen mit zementartigem, synthetischem oder Zweikomponentem-Mörtel;
- Lokalisierte Reparaturen von Bauwerksteilen und Abdichtungen mit jeglichen Materialien.
- Schutz gegen Korrosion mit lokalisierten Lackierungen.

anche con le prescrizioni contenute nei manuali di manutenzione;

- ai responsabili della fase ispettiva affinché possano rendere i risultati delle ispezioni congruenti con tutte le attività di manutenzione ed in particolare con le finalità dei programmi e dei manuali;
- al responsabile dell'esecuzione degli interventi di manutenzione per consentirgli di operare, secondo i criteri di prescrizione e raccomandativi contenuti nei manuali di manutenzione.

### 3.4 LE OPERAZIONI MANUTENTIVE

Gli interventi di manutenzione vanno distinti in operazioni periodiche su opere “funzionanti” ed in operazioni straordinarie su opere più o meno compromesse nel loro funzionamento o da adeguare strutturalmente in dipendenza di fattori esterni (nuove prescrizioni normative, variazione del grado di sismicità della zona, ecc.).

Tanto per le prime, quanto per le seconde occorre operare non solo nell'ottica della pura e semplice riparazione, ma anche e soprattutto in quella della prevenzione; vanno quindi considerati fondamentali quegli interventi necessari ad allungare la vita utile dell'opera, per realizzare i quali potrebbe essere anche necessario “sacrificare” delle parti ancora integre dell'opera.

#### 3.4.1 Operazioni programmate di manutenzione periodica

- pulizia semplice con mezzi meccanici o con operazioni manuali; asportazione di materiali estranei come e attività similari;
- sostituzione di elementi deteriorati con semplici operazioni di smontaggio e montaggio;
- piccoli risarcimenti, stuccature, riparazioni con malte cementizie o malte sintetiche o malte bicomponenti;
- riparazioni localizzate di parti d'opera e impermeabilizzazioni con materiali di qualsiasi natura;
- protezione contro la corrosione con verniciature localizzate;

- Schmierungs- und Einfettungstätigkeiten
- Lokalisierte Reparatur der Wasserauffangsysteme;
- Instandhaltung für die Effizienz der Zugangsstrukturen für die regelmäßigen Kontrollen.

Sie werden indikativ in Monate ausgedrückt.

### 3.4.2 Außerordentliche Instandhaltungstätigkeit

Man kann diese wie folgt zusammenfassen:

- Restaurierungs- und/oder Anpassungstätigkeiten von strukturellen Teilen aus Beton (unbewehrt oder bewehrt), durchzuführen mit unterschiedlichen Technologien (spezielle Zementmörtel, synthetische oder Zweikomponente-Mörtel, externe Kabel, Vernagelungen, Fugen, usw.) anhand von Schutzmaßnahmen gegen Korrosion der Bewehrung, falls notwendig;
- Schutz von Beton oder des Mauerwerks vor evtl. zersetzenden Salzen, die im Wasserkreislauf sein können, durch Injektions-, Abdichtungs- und anderen Tätigkeiten;
- Injektionen bei Rissen in der einfachen Stahlzement-Struktur mit Zementsuspension oder Wärme-abbindendem-Harz.

### 3.5 AUSWAHL ALTERNATIVER MAßNAHMEN – KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE

Praktisch gesehen, können für einige Pathologien verschiedene Maßnahmen angenommen werden, von einem technischen Gesichtspunkt betrachtet, alle gültig sind.

Da sich diese Alternativen bezüglich der Kosten, der Dauer und der Effizienz voneinander unterscheiden, ist ein wirtschaftlicher Vergleich notwendig, den man anhand einer Analyse der Einheitskosten und einer quantitativen Festlegung der Arbeit für jede Lösung durchführt, um ein hilfreiches Element zu ermitteln, das beim Treffen der endgültige Entscheidung nützlich ist.

- operazioni di lubrificazione e ingrassaggio;
- riparazioni localizzate dei sistemi di raccolta acque;
- manutenzione in efficienza delle strutture di accesso per i controlli periodici.

Sono indicativamente quantizzate in mesi.

### 3.4.2 Operazioni di manutenzione straordinaria

Sono raggruppabili nelle seguenti:

- operazioni di restauro e/o di adeguamento di parti strutturali in calcestruzzo (semplice o armato) da eseguire con tecnologie diverse (malte cementizie sempre speciali, malte sintetiche o bicomponenti, cavi esterni, chiodature, giunti, ecc.) previa protezione delle armature dalla corrosione, se necessario;
- protezione di calcestruzzi o di murature dalle azioni disgreganti di eventuali sali presenti nell'acqua di circolazione, con operazioni di iniezioni, d'impregnazione, ecc.;
- iniezioni di fessure in strutture in cemento armato semplice, con boiacche cementizie o resine termoindurenti.

### 3.5 SCELTA DI INTERVENTI ALTERNATIVI - ANALISI COSTI-BENEFICI

All'atto pratico, per alcune patologie, potrebbero essere ipotizzate più alternative di intervento, comunque valide dal punto di vista tecnico.

Poiché tali alternative si differenzieranno tra loro per il costo, la durata e l'efficacia, potrà essere necessario un confronto economico che si effettua mediante un'analisi dei costi unitari ed una definizione quantitativa del lavoro relativo a ciascuna soluzione, al fine di ottenere un elemento utile alla scelta definitiva.

COSTO DELLE ATTIVITÀ / TÄTIGKEITSKOSTEN				
Attività Tätigkeiten	Alternative	Costi unitari Einheitskosten	Quantità Menge	Costi totali Gesamtkosten
	I			
	II			



	III			
--	-----	--	--	--

Tabelle 1: Tabelle der Kosten der Tätigkeiten

Diese Arbeitsweise bringt unter anderem zwei grundlegende Aspekte ans Tageslicht: Es werden sowohl Tätigkeiten, die sich vor allem auf die Kosten auswirken, als auch die Verbindung zwischen Qualität und Kosten, dargestellt durch die Schwankung der Kosten funktional zu den verschiedenen Maßnahmen, hervorgehoben.

Das dargestellte Beurteilungs-Kriterium kann evtl. damit implementiert werden, dass man die Vorteile berücksichtigt, die mit den Instandhaltungstätigkeiten zusammen hängen (Kosten-Nutzen-Analyse). Die möglichen Folgen für den Betrieb, die sich aus den Instandhaltungstätigkeiten ergeben, bestehen in der Berechnung der aktualisierten Vorteile und Kosten aus jeder planerischen Alternative, mit Bezug auf den Zeitraum der Planung. So ist es möglich die Wirtschaftlichkeit einer Investition vollständiger einzuschätzen und mehrere Alternativen miteinander zu vergleichen.

### 3.6 KONTROLLE DER INSTANDHALTUNGSMAßNAHMEN

Die Ergebnisse der Instandhaltungsmaßnahmen müssen kontrolliert werden, indem man überprüft, ob sie den festgelegten Leistungszielen entsprechen. Im Falle von Abweichungen ist es angebracht die Planung und Durchführung von Verbesserungsstätigkeiten miteinzubeziehen.

Es muss signalisiert werden, dass alle Daten der durchgeführten Instandhaltungsarbeiten (von den Ergebnissen der Analysen bis zu den Ergebnissen der Kontrollen) ein notwendiges Feedback für die Planung zukünftiger Maßnahmen darstellen.

So löst man einen iterativen Prozess aus, der zu einer vollständigeren und effizienteren Tätigkeit führt.

## 4 INSTANDHALTUNGSPLAN

Die essenziellen Eigenschaften der Planung der Instandhaltung sind die Fähigkeiten Havarien vorherzusehen und eine Gesamtheit von Arbeitsschritten zur Verfügung zu stellen, um Schäden zu verhindern und eine evtl. Richtigstellung zu ermöglichen.

Der Instandhaltungsplan sollte außerdem die Möglichkeit unvorhergesehener Geschehnissen beinhalten und die

Tabella 1: Tabella costo delle attività

Questo modo di operare, tra l'altro, mette in luce due aspetti essenziali: si evidenziano sia le attività che incidono maggiormente sui costi, sia il legame tra qualità e costi, rappresentato dalla variazione dei costi in funzione delle alternative di intervento.

Il criterio di valutazione esposto, può eventualmente essere implementato tenendo conto dei benefici connessi alle operazioni di manutenzione (analisi benefici - costi); le implicazioni sull'esercizio dovute alle attività di manutenzione, consistono nel calcolare i benefici ed i costi attualizzati connessi a ciascuna alternativa progettuale, con riferimento al periodo di tempo cui è riferita la programmazione; in tale modo è possibile valutare con maggiore completezza la convenienza economica di un investimento e confrontare tra loro più alternative.

### 3.6 CONTROLLO DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

I risultati degli interventi di manutenzione, devono essere controllati verificando che siano conformi con gli obiettivi prestazionali prestabiliti; in caso di difformità, è opportuno prevedere la pianificazione ed esecuzione di azioni correttive.

Occorre segnalare che tutti i dati relativi all'esecuzione delle operazioni di manutenzione eseguite (dai risultati delle analisi, ai risultati dei controlli), costituiscono il feedback necessario per la programmazione dei futuri interventi.

Si innesca, con ciò, un processo iterativo che porta ad un'azione sempre più completa ed efficace.

## 4 PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

La caratteristica essenziale della programmazione manutentiva, consiste nella sua capacità di prevedere le avarie e di predisporre un insieme di procedure per la prevenzione dei guasti e l'eventuale rettifica degli stessi.

Il programma di manutenzione dovrebbe inoltre prevedere la possibile eventualità di eventi accidentali e stabilire le modalità con cui far fronte a situazioni eccezionali.

Modalität festlegen, mit denen man diesen außerordentlichen Situationen entgegen tritt.

Das grundlegende Ziel eines Instandhaltungsplans ist deshalb die Realisierung eines wirtschaftlichen und technischen Gleichgewichts zwischen zwei komplementären und in Verbindung stehenden Systemen:

- das präventive Instandhaltungssystem
- das Instandhaltungssystem bei Schäden

Im Detail können die mit der Verfassung der Inspektions- und Instandhaltungspläne zu verfolgenden Ziele wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Verlängerung der nutzbaren Lebensdauer der einzelnen betroffenen Komponente.
- Die Erstellung eines Datenerfassungs-Systems für grundlegende und aktualisierte Daten und alle Feedback-Informationen aus den durchgeführten Maßnahmen. Dieses System soll die Implementierung und die konstante Aktualisierung der Datenbank ermöglichen, um die Struktur sachgemäß warten zu können.
- Die Ermittlung der angemessenen Instandhaltungsstrategien, im Verhältnis zu den Eigenschaften des Guts und der generellen Betriebspolitik;
- Die Ermittlung der besten zeitlichen Sequenz für die Durchführung der Maßnahmen, vor allem für die voneinander abhängigen, die jedoch verschiedene professionelle Spezialisierungen erfordern.
- Reduzierung der unproduktiven Kosten aus der territorialen Dispersion, indem man die Durchführung der Maßnahmen anhand des Standortes vereinigt.
- Reduzierung der Unterbrechungen der normalen Abwicklung der Instandhaltungsmaßnahmen anhand einer Planung, die Spezialisierungen und zur Verfügung stehende Arbeitskräfte, sowie auch eine präventive Überprüfung der Verfügbarkeit von Materialien und Ausrüstungen im Magazin berücksichtigt.
- Ermittlung der Kompetenzen für die Durchführung der einzelnen Instandhaltungstätigkeiten (auch im

L'obiettivo fondamentale di un programma di manutenzione, pertanto, è di realizzare un equilibrio economico e tecnico tra due sistemi complementari e interconnessi:

- il sistema di manutenzione preventiva;
- il sistema di manutenzione a guasto.

In particolare, gli obiettivi da perseguire con la stesura dei programmi di ispezione e manutenzione, si possono sintetizzare come di seguito indicato:

- Prolungare il ciclo di vita utile della singola componente interessata.
- Costruire un sistema di raccolta delle informazioni di base e di aggiornamento, con le informazioni di ritorno dagli interventi eseguiti, che consenta l'implementazione e il costante aggiornamento della banca dati, al fine di conoscere e mantenere correttamente la struttura.
- Individuare le strategie di manutenzione più adeguate, in relazione alle caratteristiche del bene ed alla più generale politica di gestione.
- Individuare la migliore sequenza temporale di esecuzione degli interventi, soprattutto per quelli interdipendenti che comportano specializzazioni professionali diverse.
- Ridurre i costi improduttivi dovuti alla dispersione territoriale, raggruppando l'esecuzione degli interventi in base all'ubicazione degli stessi.
- Ridurre le cause di interruzione del normale svolgimento degli interventi manutentori, attraverso una programmazione attenta a specializzazioni e manodopera disponibile, e alla preventiva verifica di disponibilità in magazzino di materiali e attrezzature.
- Individuare le competenze per l'espletamento delle singole operazioni di manutenzione, (anche in relazione alle responsabilità civili e penali), con la

Verhältnis zu der zivilen und strafrechtlichen Haftung) mit der Festlegung der Beziehungen zwischen den verschiedenen Arbeitern, die im Prozess intervenieren.

#### 4.1 STRUKTUR DER PLÄNE

Die Pläne müssen die notwendigen Informationen für die Durchführung im Laufe der Zeit, der regelmäßigen Kontrollen und der präventiven Instandhaltungsmaßnahmen beinhalten.

Bei der Überprüfung der Projektunterlagen muss eine Liste von Bauwerken festgelegt werden, die im Instandhaltungsplan aufzunehmen sind. Diese Tätigkeit ist mit der Ermittlung der einzelnen Bauwerksteile und danach der betreffenden Elemente fortzuführen, für die es möglich ist, die Typologie, die Frequenz und die Art der Durchführung von Folgendem vorherzusehen:

- Kontroll- und Inspektionstätigkeiten für die Ermittlung der Mängel;
- Geplante Instandhaltungstätigkeiten, die in dafür vorbestimmten Intervallen durchzuführen sind, um dem Auftreten von Mängel vorzubeugen und diese zu vermindern oder die vorgeschriebene Funktionsweise, von durch vorhersehbaren progressiven Verfall charakterisierten Elementen wieder zu erreichen.
- Instandhaltungstätigkeiten bei Schäden, bestehend aus nicht planbaren Maßnahmen, die, bei während der Kontrolle festgestellten Schäden, durchzuführen sind und deshalb aufgrund der Typologie der Havarie definiert werden müssen

#### 4.2 PHASEN DES VERFASSENS

Wie bereits angedeutet, hat die operative Ausarbeitung des Instandhaltungsplans in den folgenden vier Hauptphasen zu erfolgen:

##### **Phase 1: Ermittlung der instand zu haltenden Elemente**

Das Bauwerk wird unter Berücksichtigung der Homogenität in Untersysteme zerlegt, um die instand zuhaltenden und die zu kontrollierenden Objekte zu identifizieren. Dies betrifft deshalb die geplanten Instandhaltungsmaßnahmen (Allgemeiner Teil).

definitione dei rapporti tra i vari operatori che intervengono nel processo.

#### 4.1 STRUTTURA DEI PROGRAMMI

I programmi dovranno contenere le informazioni necessarie per l'esecuzione nel tempo dei controlli periodici e degli interventi di manutenzione preventiva.

Dall'esame degli elaborati progettuali, dovrà essere definita la lista delle opere da inserire nel programma di manutenzione. Tale operazione, proseguirà con l'individuazione delle singole parti strutturali e poi dei relativi elementi, per i quali è possibile prevedere la tipologia, le frequenze e le modalità di esecuzione di:

- operazioni di controllo e ispezione, finalizzate all'individuazione dei degradi;
- operazioni di manutenzione programmata, da eseguirsi a intervalli predeterminati, finalizzati a prevenire e ridurre le probabilità di degrado o a riportare ai livelli qualitativi prescritti il funzionamento di elementi caratterizzati da un progressivo prevedibile degrado;
- operazioni di manutenzione a guasto, che consistono in interventi non programmabili da effettuarsi in presenza di un guasto rilevato durante il controllo e che quindi vanno definiti sulla base del tipo di avaria riscontrata.

#### 4.2 FASI DI STESURA

Come accennato, la redazione operativa del programma di manutenzione dovrà essere messa a punto in quattro fasi principali, di seguito specificate.

##### **Fase 1 – Individuazione degli elementi da sottoporre a manutenzione**

Si procederà alla scomposizione dell'opera in sottosistemi, tenendo conto delle omogeneità per ciò riguarda gli interventi di manutenzione programmata, identificando componenti oggetto di manutenzione e controlli (parte generale).

## **Phase 2 – Lokalisierung von Anomalien und Ermittlung der planbaren Maßnahmen**

In der zweiten Phase werden für jedes strukturelle Teil die möglichen Anomalien oder die am häufigsten auftretenden Pathologien, die Inspektionsprozeduren um das Auftreten eines Defekts ermittelt, die Regelmäßigkeit der Inspektionen, die zu aktivierenden Prozeduren (Instandhaltungsmaßnahme oder in komplexeren Fällen eine diagnostische Analyse des Defekts), wenn die Schwere und das Ausmaß des Ermittelten (verstanden als das ermittelte Objekt) einen festgesetzten erlaubten Grenzwert überschritten hat, überprüft.

## **Phase 3 – Das Verfassen der gesamten Struktur des Instandhaltungsplanes**

Die Erhebung aller Daten bezüglich der Eigenschaften der Elemente erlaubt es, den Rahmen der planbaren Maßnahmen fertig zu stellen, die gesamte Struktur des Plans auszuarbeiten und die Fristen für die Instandhaltungsmaßnahmen und Kontrollen zu kalibrieren.

In der Phase der Fertigstellung des Instandhaltungsplans müssen die wie folglich unterteilten Instandhaltungskosten, geschätzt werden:

- Jährliche Kosten bezüglich des Inspektionsplans
- Jährliche Kosten für die geplante Instandhaltung
- Jährliche Kosten für die außerordentliche Instandhaltung bezüglich der dringenden Maßnahmen im Falle von unfallbedingten Schäden.

## **Phase 4 – Operative Führungsinstrumente der Instandhaltungspläne**

Die Erhebung der Daten des Verhaltens der registrierten Komponenten bei Betrieb muss in den ersten Betriebsjahren eine konstante Überprüfung und eine definitive Verbesserung der Frequenzen, der Typologie und der Art der Instandhaltungsmaßnahmen erlauben.

Diese Tätigkeit ist sehr wichtig, da sie bereits mittelfristig eine genauere Abschätzung der effektiven Kosten ermöglichen wird.

### **4.3 TYPOLOGIE DER PLÄNE**

#### **4.3.1 Unterplan der Kontrollen: Inspektionsplan**

## **Fase 2 – Individuazione dei anomalie e degli interventi programmabili**

Nella seconda fase, per ogni elemento strutturale, si esamineranno le possibili anomalie o le patologie più frequenti, le procedure di ispezione per rilevare tempestivamente il manifestarsi di un difetto, la frequenza delle ispezioni, le procedure da attivare (intervento manutentivo o, nei casi più complessi, analisi diagnostica del difetto) quando la gravità o l'estensione del rilevato (inteso come oggetto del rilievo) superi una determinata soglia di accettabilità.

## **Fase 3 - Stesura della struttura complessiva del Programma di Manutenzione**

L'acquisizione di tutti i dati relativi alle caratteristiche degli elementi, consentirà di completare i quadri degli interventi programmabili, di elaborare la struttura complessiva del programma, di calibrare le scadenze relative agli interventi manutentori e ai controlli.

Nella fase di completamento del Programma di Manutenzione, si dovrà procedere a valutare i costi di manutenzione, suddivisi nelle seguenti voci di costo:

- costi annuali relativi al Programma delle Ispezioni;
- costi annuali di Manutenzione Programmata;
- costi annuali di Manutenzione Straordinaria e relativi agli interventi d'urgenza da attivare nel caso di guasti accidentali.

## **Fase 4 - Strumenti di gestione operativa dei programma di manutenzione**

L'acquisizione dei dati relativi al comportamento in esercizio dei componenti registrati nei primi anni di gestione, dovrà consentire una costante verifica e un definitivo affinamento delle frequenze, della tipologia e delle modalità di esecuzione degli interventi manutentivi

Questa operazione è molto importante, perché già da un medio termine consentirà una più precisa valutazione dei costi effettivi.

### **4.3 TIPOLOGIA DEI PROGRAMMI**

#### **4.3.1 Sottoprogramma dei controlli: Programma delle Ispezioni**

Die Komplexität der Strukturen, die Notwendigkeit jedes Element ständig unter Kontrolle zu halten und prompt evtl. Mängel oder Anomalien, die in unterschiedlichen Momenten auftreten können, festzustellen, die Notwendigkeit die Effizienz einiger Teile aufrecht zu erhalten, die einem Verfall unterliegen, Verstopfung, usw., machen es unerlässlich, neben der Planung der Instandhaltungsmaßnahmen, die präventive Planung von regelmäßigen Inspektionen zu machen.

Die Komponenten der Struktur für die Inspektion müssen nach ähnlichen Kriterien wie in Folge angeführt, zusammengefasst werden:

1. *Standort*, um die Inspektionsstrecken zu optimieren und die Fahrt- bzw. Wegezeit und die damit zusammenhängenden Kosten des Inspektionspersonals so tief wie möglich zu halten;
2. *Häufigkeit der Inspektionen*: bei alleiniger Betrachtung der Verschleißrhythmen der Elemente würde eine jährliche Begehung ausreichen. Häufiger müssen die Begehungen bei der Überprüfung der Effizienz der zu Verschleiß und Verstopfung neigenden Elemente sein.
3. *Professionelle Voraussetzungen* der mit der Inspektion Beauftragten, d.h.:
  - für die Arbeiter, falls die Überprüfung und Reparatur Tätigkeiten sind, die in den gleichen Aufgabenbereich fallen. Man wird mit einer direkten Inspektion fortfahren, die zu den Kompetenzen des Arbeiters gehört und die sofortige Durchführung der Reparatur ohne eine spezielle Anweisung dafür, vorsieht. In Folge müssen weitere Kontrollinspektionen durchgeführt werden um sicherzustellen, dass die Arbeit sachgemäß erledigt wurde;
  - für die Techniker mit angemessenen Kenntnissen und umfangreicher Praxis, denen die Verantwortung der Durchführung der gesamten Inspektion anvertraut wurde. Normalerweise ist dafür eine spezielle Schulung über die Ermittlung der Schäden und/oder Anomalien, der Diagnose und der Fähigkeit die nötigen

La complessità delle strutture, la necessità di tenere sotto costante controllo ogni elemento e di individuare con immediatezza eventuali degradi o anomalie che si possono manifestare in momenti diversi, la necessità di tenere in efficienza alcune parti soggette a deterioramento, ostruzione, ecc., rendono indispensabile, oltre alla programmazione degli interventi manutentivi, la pianificazione preventiva di un insieme di ispezioni periodiche.

I componenti della struttura oggetto dell'ispezione, dovranno essere raggruppati in base a criteri del tipo:

1. *ubicazione*, per ottimizzare gli itinerari delle ispezione in modo da minimizzare i tempi di spostamento e i relativi costi del personale ispettivo;
2. *periodicità delle ispezioni*: mentre considerando il ritmo di usura degli elementi e dei materiali, potrebbe essere sufficiente effettuare un sopralluogo a cadenza annuale, più frequenti devono essere i sopralluoghi per la verifica d'efficienza di elementi soggetti ad usura o ostruzione;
3. *requisiti professionali* degli incaricati alle ispezioni, ovvero:
  - per gli operai, nel caso in cui la verifica e la riparazione siano operazioni previste all'interno delle stessa mansione; si procederà tramite un'ispezione diretta che rientra nelle competenze dell'operaio, che preveda l'esecuzione immediata dell'intervento correttivo senza bisogno di alcuna istruzione particolare; successivamente dovranno essere effettuate altre ispezioni di controllo per accertare che il lavoro sia stato eseguito correttamente;
  - per i tecnici, in possesso di appropriate conoscenze e di un'ampia esperienza pratica a cui è affidata la responsabilità della gestione complessiva delle ispezioni; si richiede normalmente un corso particolare di addestramento sull'individuazione di guasti e/o anomalie, sulla diagnostica e sulla capacità di

Verbesserungsmaßnahmen festzulegen, notwendig;

- für Spezialisten bei Inspektionen, die den Einsatz von speziellen Geräten oder die Interpretation von Normen und Versicherungsaspekten erfordert. Es wird notwendig sein, die Verantwortung bei der Festlegung der Inspektions-Zyklen, bei der Durchführung der Kontrollen und bei der direkten Überprüfung der gravierenden Anomalien, zu definieren.

Die Inspektionen werden, wie folgt, für verschiedene Zwecke und Ziele durchgeführt:

1. *Die Kenntnis der Bedingungen für den Betrieb und der Erhaltung der jeweiligen Teile, die einer periodischen Instandhaltung unterliegen;*
2. *Die Bestimmung evtl. Abweichungen der vorgesehenen Standards und der beginnenden Schäden, die weitere Abweichungen vor der nächsten Inspektion mit sich bringen können;*
3. *Die Feststellung der Ursachen für diese Abweichungen und den Umfang der notwendigen Instandhaltungsmaßnahme, um die geforderten qualitativen Standards wieder herzustellen und eine Wiederholung des Problems zu vermeiden, wie auch die Feststellung der relativen Dringlichkeit der Arbeit;*
4. *Die Möglichkeit festzustellen, ob die vorhergehende Arbeit konform zu den Anweisungen durchgeführt wurde und die Möglichkeit zu überprüfen, ob die Maßnahme in Bezug zum festgestellten Mangel angemessen war.*

Die Hauptvorteile von geplanten Inspektionen können deshalb wie folgt zusammengefasst werden:

1. *Laufende Überprüfung der Gesamtbedingungen der Struktur mit einer diesbezüglichen Verbesserung der Instandhaltungsprofile;*
2. *Genauere Prognose der notwendigen Instandhaltungsmaßnahmen und folglich eine bessere Kontrolle der veranschlagten Bilanz;*
3. *Möglichkeit eine größere Anzahl von homogenen Maßnahmen zu planen;*

indicare gli interventi correttivi necessari;

- per gli specialisti, per quanto concerne le ispezioni che comportano l'impiego di particolari strumenti o l'interpretazione di normative e aspetti assicurativi; occorrerà individuare le responsabilità nella definizione dei cicli di ispezione, nell'esecuzione dei controlli e nell'esame diretto delle ANOMALIE più gravi.

Le ispezioni vengono effettuate per diversi scopi o finalità quali:

1. *la conoscenza delle condizioni d'uso e conservazione delle varie parti da sottoporre a manutenzione periodica;*
2. *la determinazione degli eventuali scostamenti dagli standard prestabiliti e dei guasti incipienti che possono provocare ulteriori scostamenti prima dell'ispezione successiva;*
3. *l'accertamento delle cause di tali scostamenti e l'entità dell'intervento manutentivo occorrente, per ristabilire gli standard qualitativi richiesti e per evitare che l'inconveniente si riproduca, nonché la relativa urgenza del lavoro;*
4. *la possibilità di controllare che il lavoro precedente sia stato eseguito in conformità alle istruzioni e, di verificare l'adeguatezza dell'intervento al difetto riscontrato.*

I principali vantaggi che derivano dalle ispezioni programmate si possono così sintetizzare:

1. *valutazione aggiornata delle condizioni complessive della struttura con un corrispondente miglioramento dei profili di manutenzione;*
2. *previsione più esatta degli interventi manutentori occorrenti e, di conseguenza, un miglior controllo sul bilancio preventivo;*
3. *possibilità di programmare una maggiore quantità d'interventi omogenei;*

4. Reduzierung des Risikos von Anomalien, die die Effizienz der Struktur kompromittieren und Schäden oder wirtschaftliche Nachteile verursachen könnten.
5. Rasche Durchführung der Instandhaltungsmaßnahmen, die die Lebensdauer einiger Elemente verlängert und das Risiko von Beschädigungen angrenzender Elemente vermindert.

Operativ wird für das instand zu haltende Bauwerk ein **„Musterplan der Inspektionen“** ausgearbeitet, der die Regelmäßigkeit der Kontrollen für jedes konstituierende Element der einzelnen strukturellen Teile festlegt und in welchem die Dauer der Inspektionen für „Module der Struktur“ bestimmt (z.B. es wird ein Modul von 100 ml Stollens festgelegt).

Außerdem wurde ein **„Gesamtplan der Inspektionsbesichtigungen“** ausgearbeitet, um die „Inspektionsstrecke“ zu ermitteln, in welchem alle den Plan betreffenden Bauwerke, die in einem bestimmten Zeitraum zu kontrollierenden Bauwerksteile und die Gesamtdauer der Inspektionen, die sich durch das Multiplizieren von möglichen Multiplen, die die effektive Dimension des Bauwerks, die einzelne Dauer der oben angeführten Module berücksichtigen, angeführt sind.

Die Inspektionsstrecke besteht aus der Strecke, die der Inspektor begehen/befahren muss, um die regelmäßig zu überprüfenden Elemente begutachten zu können: Die Planung dieser Strecke ermöglicht es die Zeiten und die Ressourcen zu optimieren.

Aus der Gesamtheit der Inspektionstätigkeiten werden die für die Definition des Betriebs- und Erhaltungsstatus der Struktur notwendigen Daten entnommen, formuliert anhand einer möglichst wahrheitsgetreuen und umfassenden Diagnose. Die Diagnose muss auf der Interpretation der Daten und der spezifischen technischen Kenntnisse gründen.

#### 4.3.2 Teilprogramm der Instandhaltungsmaßnahme

Das Teilprogramm der Instandhaltungsmaßnahmen ist das ausschlaggebende Dokument für die Planung der Instandhaltungsmaßnahmen; damit werden die vorgeschriebenen zeitlichen Intervalle für die Tätigkeiten im Verhältnis zur angewandten Strategie bestimmt.

4. riduzione del rischio di ANOMALIE che potrebbero compromettere l'efficienza della struttura e provocare danni o inconvenienti dal punto di vista economico;
5. tempestiva esecuzione degli interventi di manutenzione che consente di prolungare la durata di alcuni elementi e di ridurre il rischio di un danneggiamento degli elementi adiacenti.

Operativamente, per l'opera oggetto del servizio di manutenzione, si elabora un **“piano tipo delle ispezioni”**, che definisce la periodicità dei controlli per ciascun elemento costitutivo delle singole parti strutturali e nel quale si determina la durata delle ispezioni per “moduli di struttura tipo” (ad es, si stabilisce un modulo di 100 ml di cunicolo).

Inoltre, al fine di poter individuare il cosiddetto “percorso ispettivo”, è stato elaborato un **“programma generale delle visite ispettive”**, nel quale sono riportate tutte le opere oggetto del piano, le relative parti strutturali interessate da visita di controllo in un determinato periodo e le durate complessive delle ispezioni, ottenute moltiplicando per opportuni multipli che tengono conto delle effettive dimensioni delle opere, le singole durate dei moduli di cui sopra.

Il percorso ispettivo costituisce il percorso che l'ispettore deve compiere per poter visionare gli elementi che devono essere esaminati periodicamente: la sua progettazione, consente di ottimizzare tempi e risorse.

Dall'insieme delle attività di ispezione, si trarranno i dati utili alla definizione dello stato d'uso e conservazione delle strutture, formulato sulla base di una diagnosi il più possibile corretta ed esaustiva. La diagnosi dovrà essere fondata sull'interpretazione dei dati, alla luce delle conoscenze tecniche specifiche.

#### 4.3.2 Sottoprogramma degli interventi di manutenzione

Il sottoprogramma degli interventi di manutenzione, costituisce il documento fondamentale per la pianificazione degli interventi manutentori, attraverso la definizione degli intervalli temporali previsti per le azioni, nel rispetto della strategia adottata.

Der „**Maßnahmenplan**“ wurde für jedes Instand zu haltende Bauwerk ausgearbeitet und beinhaltet folgende Informationen:

- o Dauer der Maßnahme;
- o Typologie der Maßnahme;
- o Standort und Umfang der Maßnahme;

Genauer betrachtet:

- A. *Dauer der Maßnahme*: Es wird der Zeitraum (manchmal auch die evtl. Periode oder Jahreszeit für die Durchführung der Maßnahmen) und die Frequenz der Maßnahme (Häufigkeit der Maßnahme), als Hypothese für einen mehrjährigen Plan für die Instandhaltungsmaßnahmen ermittelt.

Die Ermittlung der Frequenz der Maßnahmen hängt von verschiedenen Faktoren ab: In einigen Fällen kann die Frequenz des Schadens mit einer gewissen Genauigkeit vorhergesehen werden; in anderen Fällen kann die Frequenz der Instandhaltungsmaßnahmen mittels Normen und/oder vertraglich festgelegt werden. Die Abstände könnten sich aber auch an die Umstände bei Betrieb des Guts (Verschleißerscheinungen in Verbindung mit der Nutzung), den natürlichen Verfall der Leistung, an die natürliche Alterung der Materialien und an das Auftreten von Pathologien, anpassen.

- B. *Typologie der Maßnahme*: Es wird die Eigenschaft der Maßnahme (Auswechslung, Reinigung, Probe mit Gerät, usw.) und die notwendige professionelle Spezialisierung ermittelt;
- C. *Standort und Umfang der Maßnahme*: Es wird das Instand zu haltende strukturelle Element oder das technische Element lokalisiert.

Die oben angeführten Elemente sind essenziell für die Ermittlung der Kosten der Maßnahme, inkl. der Materialien, Geräte und des Personals.

Um die verfolgbaren Ergebnisse zu optimieren, sucht man nach möglichen Verbindungen zwischen den regelmäßigen Instandhaltungstätigkeiten und anderen Diensten, die, obwohl sie kein sofortiges Feedback mit dem physischen Zustand der strukturellen Materialien und Elemente haben, ein zusätzliches Überwachungssystem darstellen könnten, indem

Il „**programma degli interventi**“, è stato elaborato per ogni opera oggetto del servizio di manutenzione ed è comprensivo di informazioni relative a:

- o tempo dell'intervento;
- o tipologia dell'intervento;
- o collocazione e dimensione dell'intervento.

Più precisamente:

- A. *tempo dell'intervento*: verrà individuata la collocazione temporale (a volte anche l'eventuale periodo o stagione dell'anno in cui effettuare gli interventi) e la frequenza dell'intervento (periodicità dell'intervento), nell'ipotesi di un piano pluriennale degli interventi manutentivi.

L'individuazione delle periodicità d'intervento, dipende da vari fattori distinti: in alcuni casi, la frequenza del guasto può essere prevista con una certa precisione; in altri casi, la periodicità degli interventi manutentivi può essere stabilita a livello normativo e/o contrattuale; oppure, gli intervalli potrebbero adeguarsi alle circostanze d'uso del bene (stato di usura connesso all'uso), al decadimento naturale delle prestazioni, all'invecchiamento naturale dei materiali, all'insorgere di patologie.

- A. *tipologia dell'intervento*: verrà individuato il carattere dell'intervento (sostituzione, pulizia, prova con strumento, ecc.) e la specializzazione professionale occorrente;
- B. *collocazione e dimensione dell'intervento*: verrà individuato l'elemento strutturale o l'elemento tecnico interessato dall'intervento di manutenzione.

I suddetti elementi, saranno poi essenziali per determinare il costo dell'intervento, comprensivo di materiali, attrezzature e risorse umane.

Allo scopo di ottimizzare i risultati perseguibili, si pone come obiettivo la ricerca di possibili relazioni tra le attività manutentive periodiche e alcuni altri servizi che, pur non avendo un immediato riscontro con le condizioni fisiche dei materiali e degli elementi strutturali, potrebbero costituire un sistema di monitoraggio aggiunto, rendendo immediato



sie eine evtl. prompte Instandhaltungsmaßnahme anhand von eigenen Signalen ermöglichen.

Der Maßnahmenplan bestimmt neben dem Kalender auch die zuständigen Arbeiter, die evtl. Notwendigkeit von angemessenen Geräten für die Kontrolle wie z.B. den Lokalausweis, die Laborproben, die Proben mit tragbaren Geräten oder die zerstörungsfreien Messmethoden.

#### 4.3.3 Typologie der Pläne

Der Teilprogramm der Kontrollen sieht den Lokalausweis in folgenden drei Stufen vor:

- a) Die oberflächliche Inspektion (d.h. „Überwachung“) wird häufig vom zuständigen Überwachungspersonal durchgeführt, um makroskopische Mängel und jede evtl. visuell feststellbare Anomalie zu ermitteln.
- b) Die kleinere Inspektion der schematischen Art, mit trimestraler Frequenz, wird von qualifiziertem Personal (Geometer-Niveau) durchgeführt und beinhaltet die Überprüfung der verschiedenen Bauwerksteile anhand der beigefügten Datenblätter.
- c) Die höhere Inspektion ist sorgfältiger/tiefgründiger als die bisherigen und beinhaltet evtl. instrumentelle Kontrollen. Sie wird mindestens ein Mal jährlich von speziell dafür qualifiziertem Personal (Ingenieurst-Niveau); mit der Unterstützung eines spezialisierten Ingenieurs, wo es die Gegebenheiten erfordern, durchgeführt.

4.3.3.1 Methodologie für die Kontrolle der Bauwerke  
Die beigefügten Pläne des Instandhaltungsplans beinhalten normalerweise:

- **Inspektionsplan und Datenblätter für den Lokalausweis**

Die ermittelten fristgebundenen Daten der Lokalausweise (kleinere und höhere Inspektion) und der evtl. instrumentalen Untersuchung, wie auch die Daten aus der permanenten Überwachung, werden auf den so genannten „Datenblättern der Defekte“ eingetragen, sowie auf dem „Beurteilungsdatenblattes“ für jedes einzelne Bauwerk, mittels welchem der für die Ermittlung zuständige Techniker seine Beurteilung bezüglich der strukturellen Sicherheit und dem Niveau der Funktionalität des Bauwerks ausdrückt.

l'eventuale intervento di manutenzione su apposite segnalazioni.

Il programma degli interventi, oltre al calendario, definisce gli operatori addetti, l'eventuale necessità di strumentazioni idonee per il controllo, quali gli esami a vista, le prove di laboratorio, le prove con strumentazioni portatili o non distruttive.

#### 4.3.3 Tipologia di programmi

Il sottoprogramma dei controlli prevede le ispezioni visive (o controlli) secondo i seguenti tre livelli:

- a) Ispezione superficiale (ovvero “vigilanza”), condotta frequentemente dal personale addetto alla sorveglianza, allo scopo di rilevare difetti macroscopici, ed ogni eventuale anomalia riscontrabile visivamente.
- b) Ispezione minore, del tipo schematico, con frequenza trimestrale, da parte di personale qualificato (livello geometri), comprendente l'esame dei vari elementi delle opere, secondo quanto previsto da apposita modulistica riportata in allegato.
- c) Ispezione superiore, più accurata delle precedenti, eventualmente integrata da controlli strumentali, effettuata con cadenza almeno annuale da personale particolarmente qualificato (livello ingegneri), con l'intervento, ove richiesto dalle circostanze, di un ingegnere specialista.

4.3.3.1 Metodologia per il controllo delle opere d'arte  
Gli elaborati allegati al piano di manutenzione generalmente comprendono:

- **Programma di ispezioni e schede di ispezione visiva**

I dati rilevati, con cadenza prefissata, delle ispezioni visive (ispezione minore e superiore) e delle eventuali indagini strumentali, nonché i dati acquisiti dal monitoraggio permanente, saranno riportati sulle cosiddette “Schede difetti”, integrate altresì da una “Scheda giudizio” per ciascuna opera d'arte, mediante il quale il tecnico incaricato del rilevamento esprimerà il suo punto di vista in merito alla sicurezza strutturale ed al livello di funzionalità dell'opera.

#### • **Katalog der Ursachen der Defekte und der Instandhaltungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen**

Um prompt die Ursachen der einzelnen Defekte der Bauwerke ermitteln zu können, ist das Verfassen des „Katalogs der Ursachen der Defekte“, unterteilt in einzelne Kapitel für jedes zu inspizierende strukturelle Element, assoziiert mit dem „Maßnahmenkatalog“, bezogen auf die Instandhaltungstätigkeiten für jedes strukturelle Element und jede ermittelte Anomalie, notwendig.

Aufgrund der während den Arbeiten ermittelten Probleme kann das Verfassen eines Plans der instrumentellen Untersuchungen notwendig sein, wie auch die Installation eines wie in Folge angeführten Überwachungssystems:

#### • **Plan für instrumentelle Untersuchungen und Datenblätter für Pläne für die Lokalisierung und die Modalität der auszuführenden Untersuchungen**

Um die Informationen aus den durchgeführten Lokalaugenscheinen für die Kontrolle Bauwerke zu integrieren, kann es notwendig sein, an vorgegebenen Zeitpunkten diagnostische Geräte und Techniken für die Erhebung von bestimmten geometrischen und mechanischen Werten und der Ermittlung von evtl. nicht sichtbaren Anomalien, zu benutzen.

#### • **Datenblätter für Pläne für die Instrumentalisierung der ständigen Überwachung jedes Bauwerks**

Die ständige Überwachung der Struktur mit einem automatischen System der Datenerhebung hat neben den verschiedenen Zielen, jene Finalität, die Übereinstimmung zwischen dem effektiven Verhalten der Struktur bei Belastung durch das externe Gestein und der während der Planung erwarteten Belastung, zu überprüfen. So können nützliche Kenntnisse für die Formulierung einer Beurteilung der Sicherheit des Bauwerks und das vorzeitige Auftreten von Anomalien ermittelt werden.

##### 4.3.3.2 Plan der Lokalaugenscheine

Die Lokalaugenscheine, die systematisch und regelmäßig auf allen Bauwerken durchzuführen sind, haben eine grundlegende Wichtigkeit für die Feststellung evtl. Anomalien der Artefakte, obwohl es Grenzen, verbunden mit der Schwierigkeit bei der Feststellung von Mängel oder Verfallserscheinungen für die nicht sichtbaren Teile des Bauwerks (Struktur des Bogenrückens) oder zumindest für die

#### • **Catalogo delle cause difetti e degli interventi manutentori di ripristino**

Al fine di poter individuare in modo immediato le cause dei singoli difetti riscontrati nelle opere d'arte, si rende necessaria la stesura del "catalogo cause difetti" suddiviso in capitoli per singolo elemento strutturale da ispezionare, associato al "catalogo degli interventi" riferito alle operazioni di manutenzione per elemento strutturale e per anomalia rilevata.

Sulla base di problematiche riscontrate in corso d'opera potrà rendersi necessaria la redazione di un programma di indagini strumentali, nonché l'installazione di un sistema di monitoraggio come di seguito esposto:

#### • **Programma di indagini strumentali e schede elaborati grafici per l'ubicazione e le modalità di esecuzione delle indagini**

Al fine di integrare le informazioni ottenute dalle ispezioni visive effettuate per il controllo delle opere d'arte, può rendersi necessario, a cadenze prefissate, l'utilizzo di strumenti e tecniche diagnostiche per la rilevazione di determinate grandezze geometriche e meccaniche, oltre ad individuare eventuali anomalie non riscontrabili visivamente.

#### • **Schede ed elaborati grafici per la strumentazione del monitoraggio permanente di ogni opera d'arte.**

Il monitoraggio permanente delle strutture, con sistema automatico di acquisizione dati, tra le diverse finalità, ha principalmente lo scopo di verificare la rispondenza tra l'effettivo comportamento delle strutture sottoposte alle sollecitazioni dell'ammasso esterno e quello previsto in sede di progetto, al fine di acquisire conoscenze utili per la formulazione di un giudizio sulla sicurezza del manufatto, nonché di individuare precocemente l'insorgere di anomalie.

##### 4.3.3.2 Programma delle ispezioni visive

Il controllo visivo, da eseguire sistematicamente e periodicamente su tutte le opere, riveste un'importanza basilare per la individuazione di eventuali anomalie dei manufatti, pur presentando dei limiti connessi alla non semplice individuazione di difetti o ammaloramenti, per le parti non visibili dell'opera (strutture all'estradosso) o comunque

Anomalien, die in der Anfangsphase keine externen Anzeichen eines Verfalls zeigen, gibt.

Aufgrund der Schwierigkeit und der Empfindlichkeit der Inspektionsphase müssen die Kontrollen anhand einer genau festgelegten Sequenz und mit Hilfe von eigens dafür vorgesehenen „Datenblätter der Defekte“ (siehe Anhang A3) erfolgen. Dies um die Zufälligkeit der Beurteilung durch die Subjektivität des Ermittlers zu einzuschränken.

Dieses Datenblatt ist so strukturiert, dass man den genauen Standort und Umfang der Anomalie anhand von Plänen mit der Geometrie des Bauwerks, die Anomalie anhand eines auszuwählenden Nummernkodes und die Gravität dieses Mangels feststellen kann.

Die oben Angeführten müssen weiters mit den Ergebnissen der instrumentellen Inspektionen und den Daten aus der permanenten Überwachung ergänzt werden.

Um prompt die einzelnen festgestellten Defekte und die diesbezüglich notwendigen Maßnahmen ermitteln zu können, wird man sich eines „*Katalogs der Ursachen der Defekte und der elementaren Maßnahmen*“ (siehe Anhang A4), der den Bedürfnissen entsprechend, in Kapitel für jedes einzelne zu inspizierende Element unterteilt ist und eines „*Katalogs für elementare Maßnahmen*“ (siehe Anhang A5), bedienen.

Die Phase des Lokalausgangs wird durch das Ausfüllen des „*Datenblattes für die Beurteilung während der Inspektionsphase*“ abgeschlossen, das für jedes einzelne Bauwerk ausgefüllt werden muss und mittels welchem, der für die Erhebungen zuständige Techniker, seine Beurteilung bezüglich der strukturellen Sicherheit und jener Sicherheit bei Betrieb, des Zustandes der Erhaltung, dem Komfort des Benützers und die Optik des Bauwerks, ausdrückt (siehe Anhang A6).

#### 4.3.3.3 Plan der instrumentellen Inspektionen

Um die Informationen aus den vorgesehenen Lokalausgängen für die Kontrolle der Bauwerke zu integrieren, bedient man sich auch diagnostischer Instrumente und Techniken für die periodische Erhebung von bestimmten geometrischen und mechanischen Größen, die es erlauben, einen vollständigeren und genaueren Überblick bezüglich des „Ist-Standes“ des Bauwerks zu haben und auch evtl. Anomalien zu ermitteln, die visuell nicht feststellbar sind.

per le anomalie che nella fase attuale non manifestano alcun segno esteriore di degrado.

Data la difficoltà e la delicatezza della fase di ispezione, i controlli dovranno essere eseguiti secondo una sequenza ben definita e con l'ausilio di opportuni moduli appositamente predisposti denominati "Scheda difetti" (vedi Appendice A3); ciò al fine di limitare l'aleatorietà di valutazione dovuta alla soggettività del rilevatore.

Tale scheda è strutturata in modo da poter localizzare l'esatta posizione ed estensione dell'anomalia su schemi grafici che riportano la geometria dell'opera, poter classificare l'anomalia medesima attraverso un codice numerico di selezione, ed ancora poter definire il livello di gravità del difetto stesso.

Le suddette dovranno, altresì, essere integrate con gli esiti delle ispezioni strumentali ed i dati forniti dal monitoraggio permanente.

Al fine di poter individuare, in modo immediato, i singoli difetti riscontrati e i relativi interventi necessari per eliminarli, ci si avvarrà di un "Catalogo delle cause dei difetti e degli interventi elementari" (vedi Appendice A4), opportunamente predisposto, suddiviso in capitolo, per singolo elemento da ispezionare, e di un "Catalogo interventi elementari" (vedi Appendice A5).

La fase della ispezione visiva sarà conclusa dalla compilazione di una scheda denominata "Scheda giudizio durante la fase delle ispezioni", compilata per singola opera, mediante la quale il tecnico incaricato del rilevamento esprimerà il suo punto di vista in merito alla sicurezza strutturale, d'esercizio, allo stato di conservazione, al comfort dell'utente, all'estetica dell'opera (vedi Appendice A6).

#### 4.3.3.3 Programma delle ispezioni strumentali

Al fine di integrare le informazioni ottenute dall'ispezione visiva effettuata per il controllo dell'opera, essendo previsti, ci si avvale, anche, di strumenti e tecniche diagnostiche, per la rilevazione periodica di determinate grandezze geometriche e meccaniche, che consentono di dare un quadro più completo e preciso, riguardo lo "Stato di fatto" del manufatto, nonché, di individuare eventuali anomalie non riscontrabili visivamente.

Die Maßnahmen-Methodologie sieht bei zu bestimmender Fälligkeit die Durchführung von systematischen instrumentalen Kontrollen oder Probemustern vor, die innerhalb der homogenen Gruppen ausgewählt wurden ohne aber gezielte Kontrollen in Korrespondenz von festgestellten Mängeln auszuschließen, welche termingerecht und eingehendere Untersuchungen benötigen (z.B. Verschwenkung der Geräte).

In einem instrumentellen Inspektionsplan klassifiziert man:

- Überprüfung des Spannungszustandes des strukturellen Elements (Flachgewinde, Dehnmessaufnahmen, usw.);
- Proben auf Materialien (Pull-out, Ultraschall, usw.)

Die Obigen können weiters wie folgt unterteilt werden in:

- zerstörerisch;
- gemäßigt zerstörerisch;
- zerstörungsfrei.

In Folge werden die Typologien der üblichen Untersuchungen und Proben bei Bauwerken aufgelistet.

### **Instrumentelle Inspektion im Tunnel**

Die im Tunnel durchzuführenden instrumentellen Untersuchungen können in zwei Kategorien unterschieden werden:

- globale Untersuchungen (wo einsetzbar);
- lokalisierte Untersuchungen

Die globalen Untersuchungen erstrecken sich auf den gesamten Tunnel (oder signifikante Strecken). Die lokalisierten Untersuchungen werden auf vorgegebenen und/oder ad hoc auf beschädigten Arealen, die bereits bei den Lokalaugenscheinen ermittelt wurden, und auf anormalen Arealen, die bei der globalen Untersuchung festgestellt wurden, vorgenommen.

### **Globale Proben**

#### Geophysische Untersuchungen

Nach jeglichen vorhergehenden lokalisierten Proben ist in Tunnels, eine Georadar- oder geophysische Untersuchung der Beschichtung/des Gesteins notwendig, um Informationen über den gesamten Tunnel (oder die betreffende Strecke) und

La metodologia di intervento, prevede, a cadenze da definire, l'esecuzione di controlli strumentali sistematici o su campioni di prova, selezionati all'interno di gruppi omogenei non escludendo, tuttavia, controlli mirati in corrispondenza di difetti accertato che necessitino di indagini puntuali ed approfondite (es. spostamenti fuori corsa di strumenti).

In un programma di ispezione strumentale, si classificano:

- verifica dello stato tensionale dell'elemento strutturale (martinetti piatti, rilevazioni estensimetriche, etc.);
- prove sui materiali (pull-out, ultrasuoni, ecc.).

Le suddette possono altresì suddividersi in:

- distruttive;
- moderatamente distruttive;
- non distruttive.

Vengono di seguito riportate le tipologie di indagini e prove più ricorrenti per opere strutturali.

### **Ispezioni strumentali in galleria**

Le indagini strumentali da effettuare in galleria possono distinguersi in due categorie:

- di tipo globale (ove applicabili);
- di tipo puntuale.

Le indagini di tipo globale, sono estese a tutta la galleria (o tratte significative). Le indagini di tipo puntuale vanno eseguite su sezioni predefinite e/o ad hoc, su aree ammalorate già riscontrabili all'analisi visiva, nonché su aree anomale rilevate dalle indagini di tipo globale.

### **Prove globali**

#### Indagini geofisiche

In galleria, previo ogni approfondimento di tipo puntuale, si richiede un'indagine georadar o geofisica in generale sul rivestimento/ammasso al fine di acquisire informazioni su tutta

die Feststellung von evtl. unregelmäßigen nicht sichtbaren Zonen zu erheben.

Im Detail ist es möglich folgendes auf der untersuchten Fläche festzustellen:

- Durchmesser des Ausbaues;
- Zone der Ablösung;
- Ungleichheiten der Betonausbaues, wie auch des Standes der Erhaltung bezüglich chemisch-physischen Veränderungen;
- Anwesenheit von Aushöhlungen, d.h. von Arealen ohne Kontakt zwischen Wölbung und Gestein.

Durch die Messung erhält man das Profil der reflektierenden Oberfläche und deshalb kann man den Durchmesser der Beschichtung oder das Profil von evtl. vorhandenen Hohlräumen oder Ablösungen feststellen.

Die obigen Signale müssen mit Hilfe von adäquater Software und mittels direkter Proben (Kernbohrung, Pull-out, usw.) interpretiert werden.

#### Messung der Deformation und Konvergenz im Tunnel

Werden mittels Dehnungsmessstreifen und/oder topographischem Messgerät, zwischen festgelegten Punkten durchgeführt.

#### Lokalisierte Proben

Die angeführten instrumentellen Inspektionen sind eine wertvolle Hilfe bei der Eichung und Interpretation der Daten aus den automatischen Überwachungen und der globalen Proben.

#### Probe mit einzelner Flachgewinde

Die Probe besteht darin eine lokale Deformation in der Kalotte anhand eines Einschnitts hervorzurufen; in Folge wird im Schnitt ein dünnes Flachgewinde eingesetzt, dessen Druck stufenweise bis zur Wiederherstellung der verformenden Situation vor dem Schnitt erhöht wird. Der Druck im Flachgewinde bringt so die Spannung, die in der Kalotte wirkt, ins Gleichgewicht.

Die Präsentation der Ergebnisse erfolgt mittels Diagrammen  $\sigma$ - $\epsilon$ , in welchen die Verformungen in Funktion des Spannungs-Status, der während der Probe produziert wurde, grafisch dargestellt wird. Von der Kurve der Werte kann man die

la galleria (o la tratta considerata) e l'individuazione di eventuali zone anomale occulte

In particolare, sulla superficie indagata, si potranno determinare:

- spessore del rivestimento;
- zone di distacco;
- disomogeneità del calcestruzzo di rivestimento, nonché lo stato di conservazione in termini di variazioni chimico-fisiche;
- presenza di cavità, ovvero di aree di non contatto estradosso-ammasso.

Attraverso la misura, si ottiene il profilo della superficie riflettente e quindi si può determinare lo spessore del rivestimento o il profilo di eventuali cavità o distacchi presenti.

I suddetti segnali, dovranno essere interpretati con l'ausilio di un adeguato software e calibrati a mezzo di prove dirette (carotaggio, pull-out, ecc.).

#### Misure di deformazione e convergenza in galleria

Sono eseguite mediante estensimetro a nastro e/o mediante strumento topografico di precisione, tra capisaldi predefiniti.

#### Prove puntuali

Le ispezioni strumentali in esame, risultano altresì di valido ausilio nella taratura ed interpretazione dei dati provenienti dai monitoraggi automatici e dalle prove globali.

#### Prove con martinetto piatto singolo

La prova consiste nel produrre una deformazione locale in calotta mediante l'esecuzione di un taglio; successivamente viene inserito nel taglio un sottile martinetto la cui pressione viene incrementata gradualmente fino a ripristinare la situazione deformativa precedente al taglio; la pressione nel martinetto equilibra a questo punto lo stato di sollecitazione agente nella calotta.

La presentazione dei risultati avviene mediante diagrammi  $\sigma$ - $\epsilon$  in cui sono poste in grafico le deformazioni in funzione dello stato tensionale indotto durante la prova; dalla curva dei valori si può ricavare la tensione di esercizio in calotta che

Betriebsspannung in der Kalotte feststellen, die der Annullierung der Deformation, die sich nach der Ausführung des Schnitts verifiziert hat, entspricht.

Proben vor Ort auf Materialien und Entnahme von Proben für die Laboranalyse:

- Sklerometrische Untersuchung (UNI 8189);
- Pull-out-Probe mit Entnahme des im Nachhinein eingesetzten Dübels (UNI 10157);
- Messungen des dynamischen Eindringens (Windsor Test);
- Kontrollen mit Ultraschall (UNI 9524/89);
- Endoskopische Untersuchungen;
- Entnahme einer zylindrischen Probe von Beton für die Laboranalyse und genauer für:
- Rohdichte (UNI 6394);
- Druckfestigkeit (UNI 6132);
- Elastizitätsmodul (UNI 6556);
- pH an verschiedenen Tiefen der Bohrprobe (zwei oder drei) (D.M. 14.02.92 e successive integrazioni/ Ministerialdekret 14.02.92 in geltender Fassung);
- Chloridgehalt (UNI 9858);
- Sulfatgehalt (UNI 9858);
- Tiefe der Carbonatisierung (UNI 9944).

**4.3.4 Permanentes Überwachungssystem**

4.3.4.1 Einleitung

Funktionen

- Hauptsächlich überprüfen, ob das effektive Verhalten der Struktur bei der Belastung durch das Gebirge und des Baustellenverkehrs nahe an dem der Planungsphase sei, um Kenntnisse zu erwerben, die nützlich für die Formulierung einer Beurteilung über die Sicherheit der Bauwerke sind;
- Prompt die Signale von evtl. gefährlichen Verhaltensweisen feststellen, die im Falle von unvorhersehbaren Ereignissen eintreten können, um

corrisponde all'annullamento della deformazione verificatasi dopo l'esecuzione del taglio.

Prove in situ sui materiali e prelievo di campioni per analisi di laboratorio:

- indagine sclerometrica (UNI 8189);
- prova di pull-out con estrazione di tassello post-inserito (UNI 10157);
- misure di penetrazione dinamica (Windsor test);
- controlli con ultrasuoni (UNI 9524/89);
- indagini endoscopiche;
- prelievo di campione cilindrico di cls per analisi di laboratorio, e precisamente:
- massa volumica (UNI 6394);
- resistenza a compressione (UNI 6132);
- modulo elastico (UNI 6556);
- pH a diverse profondità delle carote (due o tre) (D.M. 14.02.92 e successive integrazioni);
- contenuto di cloruri (UNI 9858);
- contenuto di solfati (UNI 9858);
- profondità di carbonatazione (UNI 9944).

**4.3.4 Sistema di Monitoraggio Permanente**

4.3.4.1 Premessa

Funzioni:

- principalmente di verificare che l'effettivo comportamento delle strutture sottoposte alle sollecitazioni dell'ammasso e del traffico di cantiere sia corrispondente a quello previsto in sede di progetto, al fine di acquisire conoscenze utili per la formulazione di un giudizio sulla sicurezza dei manufatti;
- individuare precocemente i segnali di eventuali comportamenti pericolosi che possono verificarsi in caso di eventi imprevisti, al fine di adottare le

notwendige Schutzmaßnahmen für die Personen und der Struktur einleiten zu können;

- Identifizierung von evtl. Veränderungen im Feedback, die sich durch die Beschädigung oder Alterung der Struktur ergeben können, um zeitlich mit den Instandhaltungsmaßnahmen fortfahren zu können;
- Schlussendlich liefern die experimentellen Daten über die effektiv auf die Struktur in realer Skalierung auswirkenden Aktionen wertvolle Informationen um die Planungsqualität von zukünftigen Strukturen des gleichen Typus zu verbessern.

Das instrumentelle Überwachungssystem kann weiters mit einem numerischen Kontrollmodells für die automatische Überprüfung der Sicherheit des Bauwerks assoziiert werden.

In diesem Fall sind die Größen der ermittelten Ursachen (z.B. Temperaturen, Verformungen, usw.) in einem mathematischen Modell eingeführt worden, das repräsentativ für das normative Modell des Bauwerks bezüglich der Sicherheitsbedingungen ist.

Beim Vergleich der Werte der Effekte-Größen (z.B. Spannung, Verschiebungen, usw.), die sich im Output bei der Auswertung des oben angeführten Modells ergeben haben, mit den Werten aus dem Überwachungssystem, hat man eine sofortige Kontrolle der Anomalien des strukturellen Verhaltens des Bauwerks.

Das Überwachungssystem kann auch automatisch angemessene Notsignale bei Überschreitung der Grenzwerte bestimmter Bezugsgrößen auslösen.

#### 4.3.4.2 Permanentes Überwachungssystem in Tunnels

##### **Lokalisierung und Auswahl der mit den permanenten Überwachungssystemen ausgestatteten Sektionen**

Beim Haupttunnels ist ihr Standort in den in geomechanischer Hinsicht kritischsten Zonen vorgesehen.

necessary misure di tutela della sicurezza delle persone e della struttura;

- identificazione degli eventuali cambiamenti nella risposta dovuti al danneggiamento ed all'invecchiamento della struttura, per poter procedere per tempo agli interventi di manutenzione;
- infine, i dati sperimentali sulle azioni effettivamente agenti su strutture a scala reale forniscono informazioni preziose per migliorare la qualità della progettazione di opere future della stessa tipologia.

Il sistema di monitoraggio strutturale può essere altresì associato ad un modello numerico di controllo per la verifica automatica della sicurezza dell'opera.

In tal caso le grandezze causa rilevate (es. temperatura, convergenze, ecc.) sono introdotte in un modello matematico, rappresentativo del modello normativo dell'opera in condizioni di sicurezza.

Confrontando i valori delle grandezze effetto (es. tensioni, spostamenti, ecc.) ottenuti in output dalla elaborazione del modello suddetto, con i valori rilevati dal sistema di monitoraggio, si ha una verifica immediata delle anomalie del comportamento strutturale dell'opera.

Il sistema di monitoraggio può altresì attivare automaticamente opportuni segnali di allarme in caso di superamento dei valori di soglia di determinate grandezze di riferimento.

#### 4.3.4.2 Sistema di monitoraggio permanente nelle gallerie

##### **Ubicazione e selezione delle sezioni strumentate**

Le gallerie di linea prevedono la loro ubicazione nelle zone dal punto di vista geomeccanico più critiche.



*Termometro da roccia / Fels Temperaturmessgerät*



*Barretta estensimetrica / Dehnungsmessstab*



*Barretta estensimetrica / Dehnungsmessstab*



*Piezometro / Piezometer*

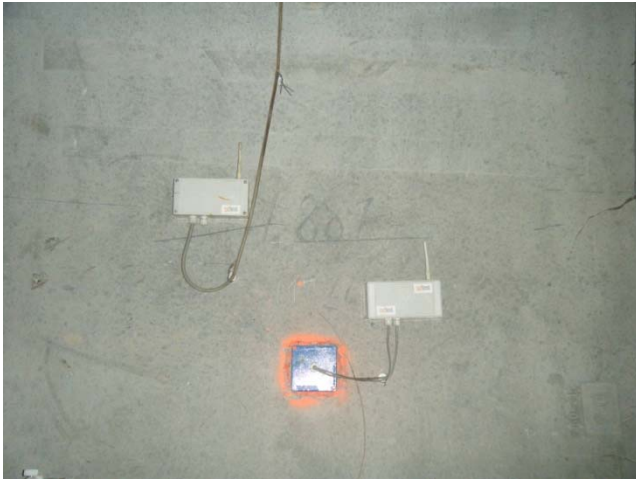


*Martinetto piatto / Flacher Hebebock*



*Lettore di portata / Durchflussmengenlesegerät*





*Local Transmitter Unit " LTU "*



*Termometri / Temperaturmessgeräte*



*Fessurimetro / Spaltmessgerät*



*Radiologger Acquisition Unit " RAU "*

**Datenerhebung durch die automatische Überwachung**

In Folge werden die Maße beschrieben, die das aktuelle Überwachungssystem registrieren wird.

Gebirge

Zu ermittelnde Effekte:

- o Deformationen in der Tiefe;
- o Veränderungen des Drucks abhängig vom Grundwasserspiegel

Strukturen

Zu ermittelnde Aktionen:

Druck – Deformationen

*Zu ermittelnde Effekte*

**Dati acquisiti dal monitoraggio automatico**

Vengono di seguito descritte le grandezze che l'attuale sistema di monitoraggio andrà a registrare.

Ammasso -Roccioso

*Effetti da rilevare:*

- o deformazioni in profondità del terreno;
- o variazione delle pressioni dovute alla falda.

Strutture

*Azioni da rilevare:*

Pressioni - deformazioni

*Effetti da rilevare:*

- Deformationen des Betons und der Bögen aufgrund externer Einflüsse und des zähflüssigen Abflusses;
- Veränderungen des radialen und tangentialen Drucks im Beton;
- Längsachsen- und Querrotation der Sektion des Tunnels

#### 4.3.4.3 Anweisungen zur Ausführung der Maßnahmen

Die aufmerksame Analyse der eigens dafür vorbereiteten Datenblätter der Defekte der Bauwerke und auch des „Katalogs der Ursachen der Defekte“ erlauben nicht nur die möglichen Instandhaltungsmaßnahmen anhand eines vorgegebenen Codes, der mit einem bestimmten Defekt und der dazugehörigen Ursache zusammenhängt, zu definieren, sondern auch die folgenden Durchführungsphasen der Maßnahmen auf Artefakten der internen Struktur zu planen.

Die Planung der Maßnahmen setzt deshalb notwendigerweise die Charakterisierung der möglichen elementaren Instandhaltungsmaßnahmen bzw. jener Maßnahmen, die sich auf spezifische Mängel der Bauwerksteile beziehen, voraus.

Die Feststellung der obigen elementaren Instandhaltungsmaßnahmen wird anhand der sorgfältigen Analyse eines eigens dafür vorbereiteten „Katalogs der elementaren Maßnahmen“ (siehe Anhang A5) und des „Datenblatts der Ursachen der Defekte der beschädigten Elemente und der zugehörigen elementaren Maßnahmen“ (siehe Anhang A7) durchgeführt. In der Tat entsprechen normalerweise jedem Defekt mehrere Ursachen und mehrere mögliche Maßnahmen. Sobald die sicheren Ursachen festgestellt wurden, kann deshalb mit der Planung der Instandhaltungsmaßnahmen fortgefahren werden.

Die Instandhaltungsmaßnahmen, die der Planung unterliegen, werden in folgenden zwei Gruppen unterteilt:

- a) Maßnahmen bezüglich des Schutzes und der Erhaltung des Bauwerks;
- b) Strukturelle Maßnahmen bezüglich der Wiederherstellung der tragenden Kapazität des Bauwerks und der Erhaltung des Sicherheitsgrades oder evtl. der Anpassung sowohl aus dem statischen

- deformazioni del cls. e delle centine dovute sia alle azioni esterne che allo scorrimento viscoso;
- variazioni di pressioni radiali e tangenziali nel cls;
- rotazione longitudinale e trasversale della sezione di galleria.

#### 4.3.4.3 Indicazioni sull'esecuzione degli interventi

L'analisi attenta delle schede difetti delle opere d'arte, nonché del catalogo "Cause difetti" appositamente predisposto, permette non soltanto di definire i possibili interventi manutentivi corrispondenti secondo un codice prestabilito a specifici difetti e relative cause, ma anche di programmare le successive fasi di esecuzione degli interventi sui manufatti dell'intera struttura.

Alla base della programmazione degli interventi deve quindi necessariamente anteporsi la caratterizzazione dei possibili interventi manutentivi elementari ossia riferiti a specifico ammaloramento per elemento dell'opera d'arte.

La individuazione dei suddetti interventi manutentivi elementari sarà eseguita sulla base dell'analisi attenta di un "Catalogo degli interventi elementari" appositamente predisposto (vedi Appendice A5), sia sulla "Scheda cause difetti degli elementi ammalorati e relativi interventi elementari" (vedi Appendice A7). Infatti, ad ogni difetto corrispondono in generale sia più cause che più interventi corrispondenti; quindi, una volta individuate le cause certe, si potrà procedere alla programmazione degli interventi manutentivi.

Gli interventi di manutenzione, oggetto della programmazione, saranno opportunamente distinti in due gruppi:

- a) interventi relativi alla protezione e alla conservazione dell'opera;
- b) interventi strutturali riguardanti il ripristino della capacità portante dell'opera e il mantenimento del grado di sicurezza o, eventualmente l'adeguamento

Gesichtspunkt als auch jenem der Sicherheit im Verhältnis zum ursprünglichen Plan.

Zu diesem Zweck werden die elementaren Instandhaltungsmaßnahmen des Schutz-Typs nochmals in entsprechenden einzelnen Arbeitskategorien und in Form von numerischen Codes zusammengefasst.

Die elementaren strukturellen Maßnahmen aber unterscheiden sich auf Grund der Strukturteile auf die sie sich beziehen (z.B. „Fundamente“, Widerlager und Kalotte).

Deshalb wird sich von Mal zu Mal die Matrix der elementaren Maßnahmen wie folgt bilden:

sia dal punto di vista statico, sia dal punto di vista della protezione rispetto al progetto originario.

A tal fine gli interventi manutentivi elementari di tipo protettivo vengono a loro volta opportunamente raggruppati per singole categorie di lavoro e sotto forma di codici numerici.

Gli interventi elementari strutturali invece si diversificano in base alla parte di struttura cui si riferiscono (es: fondazioni, piedritti e calotta).

Di volta in volta, quindi, si costruirà la matrice degli interventi elementari del tipo:

Matrice degli interventi elementari Matrix der elementaren Maßnahmen			
Interventi Maßnahmen	A(1)	A(2)	A(3)
Difetti Defekte			
1	0	0	0
2	1	0	0
3	0	0	0
j	0	1	1
n	1	1	0

Tabella 2: Matrix der elementaren Maßnahmen  
Da  $k(i)$  der Code der Maßnahme mit  $k = A, B, C, \dots, Z$  und  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  ist, während  $j$  der Code des Defektes, mit  $j = 1, 2, 3, \dots, n$  ist, und in dem die Korrespondenz zwischen dem Defekt  $j$  und die diesbezüglichen Maßnahmen  $k(i)$  von den einheitlichen Koeffizienten der Zeile  $j$ -fache charakterisiert ist.

Aufgrund der Komplexität der Realisierung der strukturellen Maßnahmen, müssen für dessen Planung notwendigerweise geeignete Datenblätter, die alle technischen-deskriptiven Daten der Modalitäten für die Sanierung enthalten, zur Verfügung gestellt werden.

Bezüglich oben, muss auch präventiv ein Katalog der speziellen strukturellen Maßnahmen bereitgestellt werden, der im EDV-System die betroffene Datenbank charakterisieren wird (z.B. Maßnahme zum Austausch der Bolzen, Wiederherstellung der strukturellen Kapazitäten des Betons, usw.).

Tabella 2: Matrice degli interventi elementari  
essendo  $k(i)$  il codice dell'intervento con  $k = A, B, C, \dots, Z$  e  $i = 1, 2, 3, \dots, m$  mentre  $j$  il codice del difetto, con  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ , e in cui la corrispondenza tra il difetto  $j$  e gli interventi relativi  $k(i)$  è caratterizzata dai coefficienti unitari della riga  $j$ -esima.

Per la programmazione degli interventi strutturali data la loro complessità di realizzazione, dovranno essere predisposte necessariamente idonee schede contenenti tutti i dati tecnico-descrittivi delle modalità di risanamento.

Per quanto sopra, dovrà essere anche approntato preventivamente un catalogo degli interventi speciali di tipo strutturale che caratterizzerà nel sistema informatizzato il database di riferimento (ad esempio: intervento di sostituzione dei bulloni, ripristino capacità strutturale cls, ecc.).

Normalerweise ist bereits der Lokalaugenschein im Stande genaue Anweisungen bezüglich der elementaren Maßnahmen des Schutz-Typs zu geben – und nur in wenigen Fällen des strukturellen Typs – die für das Artefakt notwendig sind.

Manchmal können in dieser Phase auch die dringenden und unaufschiebbaren Maßnahmen festgestellt werden. Weiters ist es auch möglich mit der Planung dieser Maßnahmen anhand einer Prioritäten-Skala, basierend auf einfachen Erwägungen und der Erfahrung des inspizierenden Technikers, fortzufahren.

Andere Male sind Lokalaugenscheine und evtl. die lokalisierten instrumentellen Überprüfungen nicht ausreichend um die genauen strukturellen Bedingungen bzw. den Zustand des Artefakts zu definieren, sodass globale statische Überprüfungen (statische und dynamische Belastungsproben) notwendig sind.

Nachdem der Erhaltungszustand des Bauwerks festgestellt wurde, ist es auf jeden Fall notwendig einige Verfahrenskriterien zu bestimmen, die es erlauben die optimale Maßnahmenstrategie für das gesamte Bauwerk festzustellen, bevor man mit der Planung der Maßnahmen – nicht mehr nur bezüglich der einzelnen Strukturen, sondern generalisiert für die Gesamtheit der Artefakte, die sich im überprüften Teilabschnitt befinden – fortfährt.

Abschließend ist es wichtig zu klären, dass bei einer geplanten Instandhaltung die Maßnahme auf dem Niveau zu erfolgen hat, dass die Instandhaltungskosten langfristig so gering wie möglich sind (Optimaler Grenzwert für Maßnahmen) und auf jeden Fall ist es wichtig, niemals unter das Niveau zu sinken, das die Sicherheit des Bauwerks beeinträchtigt.

Generalmente l'ispezione visiva è già in grado di fornire precise indicazioni circa gli interventi elementari di tipo protettivo - e soltanto in pochi casi di tipo strutturale - di cui necessita il manufatto.

Talvolta in questa fase possono essere caratterizzati anche gli interventi urgenti ed inderogabili da eseguire, nonché è possibile procedere alla pianificazione degli interventi medesimi secondo una scala di priorità frutto di semplici considerazioni e dell'esperienza del tecnico che effettua l'ispezione.

Altre volte l'ispezione visiva, ed eventualmente le verifiche puntuali di tipo strumentale, non sono sufficienti a definire le esatte condizioni strutturali e quindi lo stato del manufatto, cosicché occorre procedere a verifiche statiche globali (prove di carico statiche e dinamiche).

In ogni caso, comunque, dopo aver definito lo stato di conservazione dell'opera, per procedere alla programmazione degli interventi - riferita non più solo alla singola struttura, ma generalizzato alla totalità dei manufatti presenti nel tronco in esame - occorre fissare alcuni criteri procedurali che consentano di individuare la strategia ottimale di intervento sull'insieme delle opere.

In conclusione, è opportuno chiarire che in manutenzione programmata l'intervento deve avvenire al livello che rende minimo il costo di manutenzione a lungo termine (soglia di intervento ottimale) ed in ogni caso non si deve mai scendere al di sotto del livello che metta a repentaglio la sicurezza dell'opera.

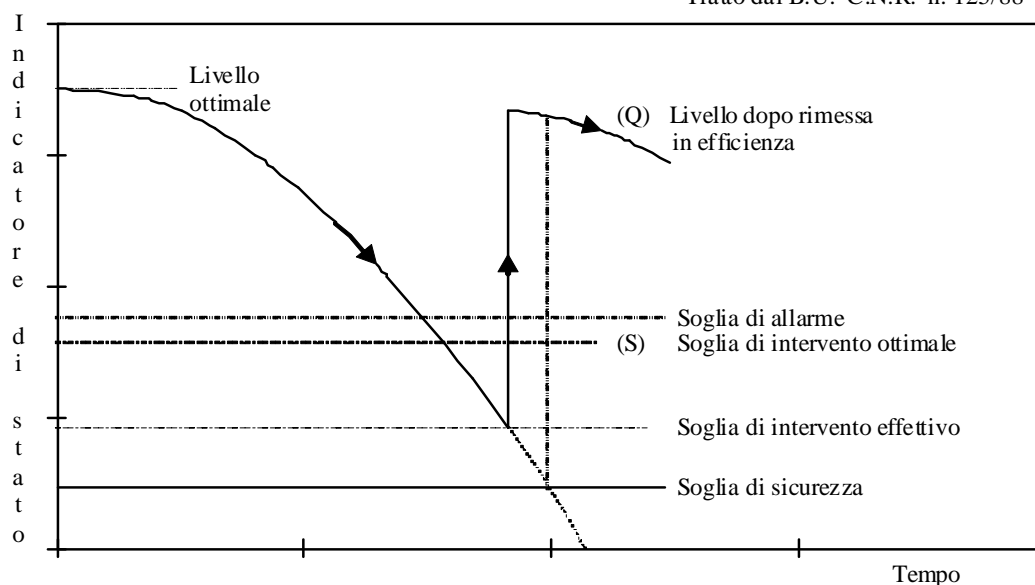


Abbildung 3: Niveau des Verfalls und mögliche Maßnahmengrenzen  
 Sobald die Phase der Maßnahmenplanung abgeschlossen ist, fährt man mit dem Projekt der Maßnahmen und der Durchführung dieser Maßnahmen fort, die genauen Auflagen und Besonderheiten unterliegen.

Die Kenntnis und die Katalogisierung der strukturellen Bedingungen sind nicht nur ein Mittel für Inspektionen und Überprüfungen, sondern werden in Folge mit den technischen Notizen, die im Datenblatt der Maßnahmen für die einzelnen Bauwerke angeführt sind, integriert. Dieses Datenblatt führt alle Daten bezüglich der vorhergehenden Maßnahmen auf und muss nach jeglichen Instandhaltungs- oder evtl. statischen Renovierungsarbeiten aktualisiert werden.

#### 4.4 ORGANISATION UND VERANTWORTUNG DES PERSONALS

Bei der Ermittlung der Inspektionsbesichtigungen und der zu planenden Maßnahmen muss man den verantwortlichen Personen, die für die Durchführung zuständig sind und den betreffenden Verantwortungen besondere Aufmerksamkeit schenken.

Generell kann man an die Anwendung von zwei operativen Einheiten denken: eine für die Kontrolltätigkeiten und eine für die Instandhaltung, die in Koordination untereinander oder mit evtl. externen Organen, des spezialistischen Typs, arbeiten können.

Figura 3: Livelli di degradazione e possibili soglie di intervento  
 Conclusa la fase di programmazione degli interventi, si procede al progetto della manutenzione e all'esecuzione degli interventi medesimi i quali sono soggetti a ben precisi vincoli e peculiarità.

La conoscenza e la catalogazione delle condizioni strutturali, oltre che a mezzo di ispezioni e verifiche, sarà quindi successivamente integrata dalle notizie tecniche riportate nella scheda di manutenzione della singola opera d'arte; tale scheda infatti menziona tutti i dati relativi ai precedenti interventi e andrà aggiornata ogni qual volta si procede a lavori di manutenzione o, eventualmente, di restauro statico.

#### 4.4 ORGANIZZAZIONE E RESPONSABILITÀ DEL PERSONALE

Nell'individuazione delle visite ispettive e degli interventi da pianificare, occorre porre particolare attenzione ai soggetti responsabili dell'esecuzione e alle relative responsabilità.

In linea generale, si può pensare all'adozione di due unità operative, una per l'attività di controllo, una per la manutenzione, le quali possono operare in coordinamento tra loro e con eventuali organismi esterni di tipo specializzato.

Die Notwendigkeit einer klaren und genauen Festlegung der Routineprozeduren für beide hypothetischen Einheiten ist offensichtlich und was noch wichtiger erscheint, ist die Definition der Verantwortungen der einzelnen Zuständigen. Bezüglich den Verantwortungen und Kompetenzen der Einzelnen ist es sehr wichtig die Bedingungen vor allem für jene Fälle, die eine Zusammenarbeit beider Einheiten erfordern, zu klären: In der Tat müssen Verwirrungen der Rollen, die Störungen und Verzögerungen der Tätigkeiten mit sich bringen könnten, absolut vermieden werden.

Die Inspektionseinheit kann vor allem folgende Verantwortungen haben:

- o sich über die Bedingungen und den Zustand eines jeden strukturellen Elements vergewissern und kleine und kurze Reparaturen durchführen;
- o Die Aufrechterhaltung der Sicherheitsbedingungen überprüfen.

Die Instandhaltungseinheit, dagegen, kann vor allem die Verantwortung über die Durchführung aller Routinemaßnahmen übernehmen, die die notwendigen Bedingungen, um ein den Standards angemessenes Betriebsniveau, wie im vorliegenden Plan angeführt, zu garantieren. Da diese Aktivität teilweise oder vollkommen mittels Auslagerung an Subunternehmen ausgeführt werden kann, wird diese Instandhaltungseinheit auch administrative Aufgaben und technische Kontrollen dieser externen Unternehmen durchführen. (Arbeitsleitung, Vorbereitung der Arbeitsaufträge, usw.)

#### 4.5 KOSTENPLAN UND PLANUNG DER MAßNAHME

Der Eigentümer muss regelmäßig (z.B. jährlich) Gelder für die Führung des im „Instandhaltungsplans“ angeführten Bauwerks bereitstellen. Diese Beträge stellen das Budget dar, mit welchem der Kostenplan verglichen werden muss.

Der Kostenplan ist aus der Summe von drei Raten zusammengesetzt:

- o die Kosten der Inspektionstätigkeit;
- o die Kosten der präventiven ordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen;

E' evidente la necessità di una chiara e precisa definizione delle procedure di routine per entrambe le unità operative ipotizzate e, particolare ancora più importante, delle responsabilità dei singoli addetti; riguardo alle responsabilità ed alle competenze dei singoli, é molto importante chiarirne i termini, soprattutto per tutti quei casi che comportano interventi congiunti delle due unità: infatti, vanno assolutamente evitate confusioni di ruolo, che potrebbero comportare disfunzioni e ritardi nelle operazioni.

L'unità ispettiva, potrà avere prevalentemente le seguenti responsabilità:

- o assicurarsi delle condizioni e dello stato di ogni elemento strutturale e intervenire per piccole e brevi riparazioni;
- o verificare il mantenimento delle condizioni di sicurezza;

L'unità manutenzione, invece, potrà avere prevalentemente la responsabilità di attuare tutte le procedure di intervento di routine che costituiscono la condizione indispensabile per la garanzia di un livello di servizio adeguato agli standard definiti nel presente Piano; poiché tale attività potrà essere condotta parzialmente o integralmente con appalti a imprese esterne, tale unità avrà anche compiti amministrativi e di controllo tecnico nei confronti delle stesse (Direzione lavori, preparazione degli ordinativi di lavoro, ecc.)

#### 4.5 PIANO DI SPESA E PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI

L'Ente proprietario dovrà stanziare periodicamente (ad esempio annualmente) delle somme di denaro per la gestione delle opere oggetto del "Piano di Manutenzione": tali somme rappresenteranno il budget con il quale occorre confrontare il piano di spesa.

Il Piano di spesa è definito dalla somma di tre aliquote:

- o il costo dell'attività ispettiva;
- o il costo degli interventi di manutenzione preventiva ordinaria;

- o die Kosten der außerordentlichen Instandhaltungsmaßnahmen bei Notfällen, d.h. die Gesamtheit der nicht geplanten Arbeiten, die infolge von unvorhergesehenen Pathologien notwendig waren.

Die Kosten der Inspektionstätigkeit sind zusammengesetzt aus den Überwachungskosten und jenen der periodischen Inspektionen.

Die Kosten der ordentlichen Instandhaltung werden berechnet indem man die Kosten der einzelnen Tätigkeiten, durchgeführt von jeglicher Art von dafür eingesetzten Mannschaft, summiert

Die Kosten der außerordentlichen Instandhaltung können als Anteil (abnehmend bei wachsender Qualität und Regelmäßigkeit der präventiven Instandhaltungsmaßnahmen) der ordentlichen Instandhaltungskosten gewertet werden, die aufgrund einer Analyse der unvorhergesehenen Pathologien der letzten Jahre definiert wird.

Aus dem Vergleich zwischen Spesenplan und zur Verfügung stehenden Budget ergeben sich mehrere Alternativen:

- o Man verfasst einen optimalen Spesenplan, d.h. man bewertet die mit der Durchführung der aus einem technischen Gesichtspunkt am geeignetsten Maßnahmen verbundenen Spesen. Wenn diese Kosten mit dem Budget kompatibel sind, kann der Instandhaltungsplan operativ werden und die vorhergehenden Summen können für die folgenden Jahre bereitgestellt werden;
- o Der optimale Plan ist nicht mit dem Budget kompatibel: in diesem Fall berücksichtigt man die Analyse der Prioritäten und führt die Maßnahmen in Bezug auf ihrer Reihenfolge in der realisierten und mit dem Budget kompatiblen Liste durch. Die Durchführung der anderen Arbeiten wird auf den nächsten Instandhaltungsplan verschoben. Für einigen Maßnahmen kann man auch eine qualitativ schlechtere Durchführung, im Verhältnis zum Optimalen, einplanen, falls es laut Kosten-Nutzen-Analyse von Vorteil sein sollte, jedoch kompensiert durch eine größere Ausdehnung.

- o il costo degli interventi di manutenzione straordinaria di emergenza, cioè l'insieme dei lavori non pianificati, svolti in seguito all'insorgere di patologie impreviste.

I costi dell'attività ispettiva sono costituiti dai costi del monitoraggio e delle ispezioni periodiche.

I costi di manutenzione ordinaria si calcolano sommando i costi delle singole attività svolte da ciascun tipo di squadra impegnata.

I costi di manutenzione straordinaria, si possono valutare come aliquota (decrescente all'aumentare della qualità e periodicità degli interventi di manutenzione preventiva) dei costi di manutenzione ordinaria, da definire in base ad un'analisi delle patologie impreviste verificatesi negli anni precedenti.

Dal confronto tra piano di spesa e budget disponibile, si configurano più alternative:

- o si redige un piano di spesa ottimo, cioè si valutano le spese connesse con l'esecuzione degli interventi ritenuti più idonei dal punto di vista tecnico; se tali costi sono compatibili con il budget, il piano di manutenzione può diventare operativo e le eventuali somme eccedenti possono essere stanziare per gli anni successivi
- o il piano ottimo è incompatibile con il budget: in questo caso si tiene conto dell'analisi delle priorità e si eseguono gli interventi in relazione al loro ordinamento nella lista realizzata e compatibili con il budget, rimandando l'esecuzione degli altri lavori al prossimo piano di manutenzione. Per alcuni interventi si può anche prevedere, se conveniente secondo l'analisi benefici-costi, un'esecuzione con un livello qualitativo inferiore all'ottimo, compensato da una maggiore estensione.

## 5 ALLGEMEINE PROJEKTBSCHREIBUNG

In der Folge wird zu einem besseren generellen Überblick eine kurze Beschreibung des Bauvorhabens sowie der einzelnen, zu wartenden Gewerke vorgenommen. Aus den beiliegenden Projektunterlagen (Planunterlagen, technische Spezifikationen, Produktbeschreibungen usw.) können wichtige Informationen über das gegenständliche Bauwerk erhalten werden.

### 5.1 ALLGEMEINES

Der Brenner Basistunnel ist mit einer Länge von knapp über 55 km das Kernelement des Eisenbahnkorridors München-Verona.

Das Baulos Muls 2-3 ist auf italienischer Seite der Hauptteil der BBT Streckenführung; insbesondere erstreckt es sich von der Staatsgrenze im Norden (km 32.0+88 Oströhre) und bis zum angrenzenden Baulos "Eisack Unterführung" im Süden (km 54.1+00 Oströhre).

### 5.2 ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

Die geplanten Bauwerke in der Ausführungsplanung des Baulos Muls 2-3, dargestellt auf dem Bauwerklageplan [1], sind folgende: (Notabene: die Kilometrierungen des Erkundungsstollens sind nach Norden steigend; die der Haupttunnel und des Zugangsstollens nach Süden)

#### **Bauwerke nördlich des Anbindungspunktes des Fensterstollens Muls mit den Haupttunnels**

- 1) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) "Ende Baulos Muls 1 – Staatsgrenze", ca. von km 47.2+59 bis ca. km 32.0+88 (Vortrieb und Innenschale);
- 2) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „Tunnelausbau Baulos Muls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Abschnitt des Bauloses Muls 1 von km 47.2+59 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.9+02 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich an der Kreuzung mit dem Fensterstollen Muls befinden (von km 48.9+02 bis 49.0+83 ca.)
- 3) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Ende Baulos Muls 1 – Staatsgrenze“, von km 47.2+22 ca. bis km 32.0+47 ca. (entspricht km 32.0+87 der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale)

## 5 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Di seguito viene riportata al fine di un inquadramento generale dell'opera una breve descrizione della stessa, nonché delle singole parti da sottoporre agli interventi di manutenzione. Dalla documentazione progettuale allegata (disegni di progetto, specifiche tecniche, schede tecniche, ecc.) possono essere ricavate delle informazioni fondamentali sull'opera in oggetto.

### 5.1 GENERALITÀ

La Galleria di base del Brennero (BBT) si sviluppa per una lunghezza poco superiore ai 55 Km e costituisce la parte centrale del corridoio ferroviario Monaco di Baviera-Verona.

Il lotto costruttivo Muls 2 - 3 costituisce la principale parte del tracciato BBT sul versante italiano; in particolare è compreso tra il confine di Stato, a nord (km 32.0+88 canna est) e il lotto adiacente "Sottoattraversamento dell'Isarco", a sud (km 54.1+00 canna est).

### 5.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Le opere previste nel Progetto Esecutivo del lotto Muls 2 – 3, rappresentate sulla Planimetria delle opere [1], sono le seguenti: (N.B.: le progressive del Cunicolo Esplorativo sono crescenti verso nord; quelle delle Gallerie di Linea e della Galleria di Accesso, verso sud).

#### **Opere situate a nord del punto d'innesto della Finestra di Muls con le gallerie principali**

- 1) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "fine lotto Muls 1 – Confine di stato": da km 47.2+59 circa a km 32.0+88 circa (scavo e rivestimento definitivo);
- 2) Galleria di Linea (GL) est (dispari) "rivestimenti lotto Muls 1": rivestimento definitivo della tratta della Galleria di Linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Muls 1, compresa tra km 47.2+59 circa e cameroni di Montaggio TBM (km 48.9+02 circa) e sistemazione definitiva dei cameroni di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Muls (tra km 48.9+02e 49.0+83 circa)
- 3) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) "fine lotto Muls 1 – confine di stato": da km 47.2+22 circa a km 32.0+47 circa (corrispondente alla 32.0+87 della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo)



- 4) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „Tunnelausbau Baulos Muls 1“: Innenschale der bestehenden Haupttunnelstrecke, die im Bereich des Bauloses Muls 1, von km 47.2+22 ca. bis zu den TBM-Montagekavernen (km 48.8+73 ca.) vorgetrieben wird sowie Endgestaltung der TBM-Montagekavernen, die sich am Schnittpunkt mit dem Fensterstollen Muls befinden (von km 48.8+73 bis 49.0+57 ca.)
- 5) Fensterstollen Muls (M): Innenschale des Tunnels und alle dazugehörigen schon bestehenden Bauwerke, bestehend aus: „Zweig A“, „Zweig B“ Logistikkaverne und dazugehörigem Verbindungstunnel, Lüftungszentralkaverne mit entsprechenden Verbindungstunneln und Absaugschacht;
- 6) Nothaltestelle (FdE) „Trens“ – System von Tunneln, Kavernen, Stollen, usw., dessen Projektion auf die Oströhre der Haupttunnels von km 44.5+15 bis km 45.0+25 (Vortrieb und Innenschale) liegt;
- 7) Zugangstunnel (GA) zur Nothaltestelle Trens, die sich zwischen dem Fensterstollen Muls und dem Mittelstollen Trens befindet (Vortrieb und Innenschale)
- 8) Neuer Logistikknoten (NL): er befindet sich seitlich der Zugangstunnelstrecke und besteht aus einer Logistikkaverne, drei Verbindungstunneln mit dem GA, einer logistischen by-pass Verbindung zwischen dem GA und dem Haupttunneln und einen Verbindungsschacht mit dem Erkundungsstollen [2]
- 9) Erkundungsstollen (CE) „Ende Baulos Muls 1 – Staatsgrenze“, von km 12.4+59 ca. bis km 27.2+17 (Vortrieb und Innenschale).
- 10) Es ist außerdem die Rohbauausrüstung für den Erkundungsstollen geplant, die hauptsächlich aus der Beleuchtungsanlage, der MS/NS-Verteilung, der Löschwasserversorgung, dem GSM-Fernmeldenetz sowie den selektiven Wasserdrainageanlagen bestehen.
- 11) Erkundungsstollen: „Stollenausbau der vorhergehenden Baulose“: Innenschale der bestehenden Erkundungsstollenstrecke, die im Rahmen der vorhergehenden Baulose, von km 10.4+19 ca. bis zu km 12.4+60 ca. vorgetrieben wurden; Endgestaltung des Verbindungstunnels zwischen der Weströhre und dem Erkundungsstollen.
- 4) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) „rivestimenti lotto Muls 1“: rivestimento definitivo della tratta della Galleria di linea esistente, scavata nell'ambito del lotto Muls 1, compresa tra km 47.2+22 circa e camerone di Montaggio TBM(km 48.8+73 circa) sistemazione definitiva dei camerone di montaggio TBM posti in corrispondenza dell'intersezione con la Finestra di Muls (tra km 48.8+73 e 49.0+57 circa)
- 5) Finestra di Muls (M): rivestimento definitivo della galleria e di tutte le opere afferenti alla stessa già realizzate e costituite da: „Ramo A“, „Ramo B“ Camerone logistico e connessa Galleria di Collegamento, Caverna Centrale di Ventilazione con relative Gallerie di Collegamento e Pozzo di Aspirazione;
- 6) Fermata di Emergenza (FdE) Trens – sistema di gallerie, caverne, cunicoli, ecc. la cui proiezione sulla Galleria principale est è compresa dal km 44.5+15 alla km 45.0+25 (scavo e rivestimento definitivo);
- 7) Galleria di Accesso (GA) alla Fermata di Emergenza Trens, compresa tra la Finestra di Muls e il cunicolo centrale di Trens (scavo e rivestimento definitivo)
- 8) Nuovo Nodo Logistico (NL): ubicato lateralmente al tracciato della Galleria di Accesso e costituito da un camerone logistico, tre gallerie di collegamento con la GdA, un by-pass logistico di collegamento tra la GdA e le Gallerie di linea e un pozzo di collegamento con il Cunicolo Esplorativo [2].
- 9) Cunicolo Esplorativo (CE) " fine lotto Muls 1 – Confine di stato": da km 12.4+59 circa a km 27.2+17 (scavo e rivestimento definitivo).
- 10) Sono inoltre previste le dotazioni impiantistiche a servizio del Cunicolo Esplorativo, costituite essenzialmente dall'impianto di illuminazione, distribuzione MT/BT, dalla rete idrica antincendio, dalla rete di telecomunicazione GSM e dagli impianti di drenaggio selettivo delle acque.
- 11) Cunicolo Esplorativo „rivestimenti lotti precedenti“: rivestimento definitivo della tratta del Cunicolo Esplorativo esistente, scavato nell'ambito dei lotti precedenti, compresa tra km 10.4+19 circa e km 12.4+60 circa; sistemazione definitiva della galleria di collegamento tra la canna ovest e il Cunicolo Esplorativo.

## **Bauwerke südlich des Anbindungspunktes des Fensterstollens Mauls mit den Haupttunnels**

- 12) Haupttunnel (GL) Ost (Gleis 1) „TBM-Montagekaverne Mauls – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+83 ca. bis km 54.0+15 ca. (Vortrieb und Innenschale);
- 13) Haupttunnel (GL) West (Gleis 2) „TBM Montagekavernen Mauls 1 – Eisack-Unterquerung“, von km 49.0+57 ca. bis km 54.0+02 ca. (entspricht 54.0+42 ca. der Regelplanung) (Vortrieb und Innenschale).
- 14) Im nachfolgend aufgeführten Abschnitt verlaufen die Haupttunnel bis zur Südgrenze des Bauloses Mauls 2-3 zweigleisig: ab km 52.6+29 ca. bis ca. 54.0+15 in der Oströhre und von km 52.8+66 ca. bis km 54.0+02. ca. in der Weströhre.

Die Baulosgrenzen gehen aus die Pläne [1] hervor, auf die verwiesen wird.

## **6 BAULOS MAULS 2 – 3: WARTUNG NACH FERTIGSTELLUNG**

Sobald das Baulos Mauls 2 – 3 fertiggestellt ist, erfolgt die Einfahrt in die Hauptröhren zu Wartungszwecken über zwei unterschiedliche Zufahrten:

- den Fensterstollen Mauls
- die Eisackunterführung (falls fertiggestellt).

Im ersten Fall können Fahrzeuge auf Rädern bis zur Kreuzung mit der Hauptröhre fahren. Ab hier sind Kontrollen und Wartungsarbeiten in den Hauptröhren nur mit dem Dienstzug möglich, da die Eisenbahnbestückung schon aufgebaut ist.

Sollte die Eisenbahnbestückung noch nicht fertiggestellt sein, können Fahrzeuge auf Rädern (die für die Zufahrt zum Zweig B und den Querstollen von der Ost- zur Weströhre klein genug sind) über provisorische Rampen in die Hauptröhren einfahren.

Die Wartungsarbeiten in den anderen Tunnels und an der Nothaltestelle können mit Fahrzeugen auf Rädern erfolgen, da es eine unabhängige Zufahrt gibt.

## **Opere situate a sud del punto d'innesto della Finestra di Mules con le gallerie principali**

- 12) Galleria di Linea (GL) est (dispari) “camerone montaggio TBM Mules – Sottoattraversamento Isarco”: da km 49.0+83 circa a km 54.0+15 circa (scavo e rivestimento interno);
- 13) Galleria di Linea (GL) ovest (pari) “camerone montaggio TBM – Sottoattraversamento Isarco”: da km 49.0+57 circa a km 54.0+02 circa (corrispondente alla 54.0+42 circa della Progettazione di Sistema) (scavo e rivestimento definitivo).
- 14) In questa tratta le gallerie principali est ed ovest a partire dalla km 52.6+29 circa, per la galleria est, e dalla km 52.8+66 circa, per la galleria ovest, fino al limite sud del lotto Mules 2-3 (km 54.0+15 per la canna est, km 54.0+02 circa per la canna ovest), si presentano a doppio binario.

I limiti del lotto di costruzione sono rilevabili nelle tavole [1], alle quali si rimanda.

## **6 MANUTENZIONE ALLA FINE DEL LOTTO MAULS 2-3**

Al termine del lotto costruttivo Mules 2-3 l'accesso alle gallerie di linea per la manutenzione potrà avvenire da due ingressi differenti:

- Attraverso la finestra di Mules
- Dal lotto del “Sottoattraversamento del fiume Isarco” (se completato)

Nel primo caso l'accesso può avvenire tramite mezzi gommati fino all'incrocio con le gallerie di linea. Da lì in poi sia per le ispezioni che per gli interventi di manutenzione nelle sole gallerie principali si dovrà proseguire mediante treno di servizio in quanto già presente l'attrezzaggio ferroviario.

Se invece l'attrezzaggio non fosse ancora stato completato, i mezzi gommati (di dimensioni compatibili con il portone di accesso al termine del ramo B e con il cunicolo trasversale di collegamento tra canna ovest ed est) dovrebbero accedere alle gallerie principali con delle rampe provvisorie.

La manutenzione delle restanti gallerie e della fermata di emergenza invece può avvenire con mezzo gommato in quanto l'accesso è indipendente.

Im zweiten Fall erfolgt die Einfahrt in die Hauptröhren mit dem Dienstzug, da die Eisenbahnbestückung schon aufgebaut ist.

Für die Nothaltestelle und die restlichen Tunnels gilt das oben Geschriebene.

In beiden Fällen stehen in den Tunnels weder Belüftung noch Beleuchtung zur Verfügung, da im gegenständlichen Baulos nicht vorgesehen.

Die Zufahrt zum Erkundungsstollen erfolgt auf Rädern über die Einmündung Aich (oder den Fensterstollen Mauis). In diesem Fall stehen Beleuchtung und Anlagen zur Verfügung, da zum Baulos Mauis 2 – 3 gehörig.

#### **6.1 WARTUNG BEI LAUFENDEM BETRIEB**

Um Überschneidungen mit dem Verkehr im Brennerbasistunnel möglichst zu vermeiden, muss die Wartung zentral organisiert sein.

In der Wartungszentrale laufen alle Informationen zusammen, insbesondere zu Störfällen, die dann analysiert werden. Wartung und Instandhaltung im Brennerbasistunnel werden technisch, betrieblich und wirtschaftlich auch auf der Grundlage dieser Informationen umgesetzt.

Die Wartungszentrale koordiniert den Wartungsplan für das gesamte System und stellt ihn für die Fahrplangestaltung zur Verfügung, damit der Zugverkehr optimiert werden kann. Bei Bedarf kann die Zugverkehrsoptimierung regelmäßig, zum Beispiel einmal im Jahr mit der Eisenbahn vereinbart werden.

Das Wartungspersonal hält auch die Flächen, Gebäude (falls hier die Instandhaltung nicht an andere Leute übergeben wird) und den Noteinsätzen vorbehaltenen Anlagen sowie bei Unfällen mit Verletzten die Erste-Hilfe-Einrichtungen betriebsbereit. Das Wartungspersonal pflegt die Oberflächen, vermeidet Staus und kümmert sich um Unkrautvertilgung sowie Schneeräumung, um diesen Auftrag zu erfüllen. Weiters wird empfohlen, die Anlagen und Geräte regelmäßig zu überprüfen (falls nicht andere Einrichtungen mit dieser Aufgabe betraut werden), zu reparieren oder Störungen zu melden.

Nel secondo caso invece l'accesso alle gallerie principali deve avvenire mediante treno di servizio perché presente già l'attrezzaggio ferroviario.

Per la fermata di emergenza e le restanti gallerie vale anche in questo caso quanto sopra scritto.

Si ricorda che in entrambi i casi le gallerie saranno prive di ventilazione e illuminazione poiché non previste nel lotto in oggetto.

Per quel che riguarda il cunicolo esplorativo l'accesso avverrà dall'imbocco di Aica (o dalla finestra di Mules) con mezzo gommatato. In questo caso l'illuminazione e l'impiantistica è presente in quanto facente parte del lotto di costruzione Mules 2-3.

#### **6.1 MANUTENZIONE DURANTE L'ESERCIZIO**

Per ridurre le interferenze con il traffico della Galleria di base del Brennero è necessario prevedere un'organizzazione centrale della manutenzione.

Nella centrale di manutenzione confluiscono tutte le informazioni, in particolare quelle relative ai possibili guasti, che vengono quindi analizzate. Insieme a tali informazioni viene organizzato il mantenimento del sistema Galleria di base del Brennero da un punto di vista tecnico, dell'esercizio ed economico.

La centrale di manutenzione deve coordinare l'elaborazione del piano di manutenzione per l'intero sistema, facendo in modo che questo sia disponibile all'atto di stesura dell'orario per ottenere l'ottimizzazione dell'orario dei treni. Se necessario dovrà essere organizzata una concertazione periodica, ad es. annuale, con l'azienda ferroviaria, per ottimizzare l'orario dei treni.

Il personale della manutenzione ha anche il compito di mantenere in efficienza le aree, i fabbricati (a meno che la manutenzione non venga affidata ad altro personale) e gli impianti riservati al Pronto Intervento, in caso di guasti gravi, ed al Pronto Soccorso, in caso di incidenti con danni alle persone. Mantenere in efficienza aree, fabbricati ed impianti comporta, per il personale della manutenzione, curare lo stato delle superfici delle aree, evitando ingombri e curando il diserbamento e lo snevamento; sarà anche opportuno (sempre che non si decida di affidare ad altre organizzazioni questo compito), verificare periodicamente l'efficienza delle

Das Wartungspersonal ist auch beauftragt, Rettungs- (Feuerwehreute, Zivilschutz usw.) oder medizinisches Personal zu unterstützen, das im Tunnel zum Einsatz kommt. Die Leute stellen ihre Ortskenntnisse sowie ihre Kenntnisse in Zusammenhang mit Anlagen und Eisenbahnorganisation zur Verfügung. Zum Beispiel ist die Hilfe bei der Verständigung mit den Außenstellen sowie der Kontroll- und Steuerzentrale (auch für in Notfällen eingesetzte Züge) wichtig. Ebenso wichtig sind die Kenntnisse in Zusammenhang mit der Beleuchtungs-, der Lautsprecher-, Hydraulik-, Belüftungsanlage usw.

## 7 DATENBLÄTTER

Die Wartungskarten für die einzelnen Eingriffe werden nach Bauwerkstyp in folgenden Unterlagen gesammelt:

### 7.1 UNTERTAGEBAUWERKE

- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80010  
Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Haupttunnel Gleis 2 und 1
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80030  
Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke und Anlagen - Erkundungsstollen
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80040  
Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Definitive Verkleidung Bauwerke Mauis I
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80055  
Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Nothaltestelle Trens und Zufahrtstunnel
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80070  
Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Querschläge

### 7.2 BAUWERKE IM FREIEN

- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80110  
Wartungsplan - Datenblätter Baustelle Mauis - Bauwerke und Anlagen

apparecchiature e degli impianti e riparare o segnalare eventuali guasti.

Il personale della manutenzione ha anche il compito di coadiuvare il personale esterno che interviene per pronto intervento (Vigili del Fuoco, protezione civile, ecc.) o pronto soccorso (personale medico, ecc.), collaborando alle operazioni grazie alla propria conoscenza dei luoghi, degli impianti e dell'organizzazione ferroviaria; importante, ad esempio, è l'aiuto che può essere dato, grazie alla conoscenza e disponibilità dei mezzi di comunicazione, per i rapporti verso gli enti esterni e verso la centrale di controllo e comando (anche per la circolazione degli stessi treni di soccorso); altrettanto importante è la conoscenza che il personale della manutenzione ha degli impianti di illuminazione, di diffusione sonora, idraulici, di ventilazione, ecc.

## 7 SCHEDE

Le schede di manutenzione delle singole opere sono state raccolte per tipologia di opera nei seguenti documenti:

### 7.1 OPERE IN GALLERIA

- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80010 Piano di manutenzione - schede opere civili - gallerie principali binario pari e dispari
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80030 Piano di manutenzione - schede opere civili e impianti - cunicolo esplorativo
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80040 Piano di manutenzione - schede opere civili - rivestimento definitivo opere Mules 1
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80055 Piano di manutenzione - schede opere civili - fermata di emergenza Trens e galleria di accesso
- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80070 Piano di manutenzione - schede opere civili - Cunicoli trasversali

### 7.2 OPERE ALL'APERTO

- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80110 Piano di manutenzione - schede cantiere Mules - Opere civili e impianti

- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80115  
Wartungsplan - Datenblätter Baustelle Unterplattner  
- Bauwerke und Anlagen

- 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80115 Piano di  
manutenzione - schede cantiere Unterplattner -  
Opere civili e impianti

## 8 VERZEICHNISSE

### 8.1 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Tabelle der Kosten der Tätigkeiten.....	24
Tabelle 2: Matrix der elementaren Maßnahmen .....	42

### 8.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ablaufdiagramm der Datenblätter beschreibt	14
Abbildung 2: Ablaufplan über weitere Kontrollen des Bauwerkes	16
Abbildung 3: Niveau des Verfalls und mögliche Maßnahmengrenzen .....	44

### 8.3 ANLAGENVERZEICHNIS

- ANHANG A1: RÜCKBLICKSDATENBLATT
- ANHANG A2: DATENBLATT DER  
MASSNAHMEKRITERIEN
- ANLAGE A3: DATENBLATT DEFEKTE
- ANLAGE A4: KATALOG DER URSACHEN DER  
DEFEKTE UND DER ELEMENTAREN  
MASSNAHMEN
- ANHANG A5: KATALOG DER ELEMENTAREN  
MASSNAHMEN
- ANHANG A6: DATENBLATT DER BEURTEILUNG  
WÄHREND DER INSPEKTIONSPHASEN
- ANHANG A7: DATENBLATT DER URSACHEN DER  
DEFEKTE DER BESCHÄDIGTEN ELEMENTE UND  
DER ZUGEHÖRIGEN ELEMENTAREN  
MASSNAHMEN

### 8.4 REFERENZDOKUMENTE

#### 8.4.1 Ausführungsprojekt Baulos Mauis 2-3

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 -  
Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700:  
Baulos Mauis 2-3 – Gesamtbauwerke – Lageplan –  
Lageplan der Bauwerke (Plan 12/25 - 25/25)

## 8 ELENCHI

### 8.1 ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Tabella costo delle attività .....	24
Tabella 2: Matrice degli interventi elementari.....	42

### 8.2 ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Figura 1: Diagramma di flusso del sistema di schedatura..	14
Figura 2: Diagramma di flusso descrivente ulteriori controlli sul manufatto	16
Figura 3: Livelli di degradazione e possibili soglie di intervento	44

### 8.3 ELENCO APPENDICI

- APPENDICE A1: SCHEDA DATI STORICI
- APPENDICE A2: SCHEDA CRITERI PER  
L'INTERVENTO
- APPENDICE A3: SCHEDA DIFETTI
- APPENDICE A4: CATALOGO DELLE CAUSE DEI  
DIFETTI E DEGLI INTERVENTI ELEMENTARI
- APPENDICE A5: CATALOGO DEGLI INTERVENTI  
ELEMENTARI
- APPENDICE A6: SCHEDA GIUDIZIO DURANTE LA  
FASE DELLE ISPEZIONI
- APPENDICE A7: SCHEDA CAUSE DIFETTI DEGLI  
ELEMENTI AMMALORATI E RELATIVI  
INTERVENTI ELEMENTARI

### 8.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

#### 8.4.1 Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3

- [1] 02\_H61\_EG\_991\_KLP\_D0700\_12050-12061 -  
Galleria di Base del Brennero - Progettazione  
esecutiva - D0700: Lotto Mules 2-3 - Opere generali

– Planimetria – Planimetria delle opere (Tav. 12/25 - 25/25)

- [2] 02\_H61\_OP\_060\_KHS\_D0700\_22127 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Nothaltestelle – Horizontalschnitt – NL-Gesamtlageplan

- [2] 02\_H61\_OP\_060\_KHS\_D0700\_22127 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 - Fermata di Emergenza – Sezione orizzontale – NL-Planimetria generale

#### 8.4.2 Ausgagsdokumente

- [3] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80010 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Untertagebauwerke – Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Haupttunnel Gleis 2 und 1

- [4] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80030 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Untertagebauwerke – Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke und Anlagen - Erkundungsstollen

- [5] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80040 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Untertagebauwerke – Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Definitive Verkleidung Bauwerke Mault I

- [6] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80055 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Untertagebauwerke – Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Nothaltestelle Trens und Zufahrtstunnel

- [7] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80070 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Untertagebauwerke – Wartungsplan - Datenblätter Bauwerke - Querschläge

- [8] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80110 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Bauwerke im Freien – Wartungsplan - Datenblätter Baustelle Mault - Bauwerke und Anlagen

- [9] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80115 - Brenner Basistunnel – Ausführungsplanung - D0700: Baulos Mault 2-3 – Gesamtbauwerke – Technischer Bericht – Wartung – Bauwerke im Freien – Wartungsplan -

#### 8.4.2 Documenti in uscita

- [3] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80010 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere in galleria – Piano di manutenzione - schede opere civili - gallerie principali binario pari e dispari

- [4] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80030 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere in galleria – Piano di manutenzione - schede opere civili e impianti - cunicolo esplorativo

- [5] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80040 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere in galleria – Piano di manutenzione - schede opere civili - rivestimento definitivo opere Mault 1

- [6] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80055 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere in galleria – Piano di manutenzione - schede opere civili - fermata di emergenza Trens e galleria di accesso

- [7] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80070 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere in galleria – Piano di manutenzione - schede opere civili - Cunicoli trasversali

- [8] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80110 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere all'aperto – Piano di manutenzione - schede cantiere Mault - Opere civili e impianti

- [9] 02\_H61\_MM\_998\_KTB\_D0700\_80115 - Galleria di Base del Brennero - Progettazione esecutiva - D0700: Lotto Mault 2-3 – Opere generali – Relazione tecnica – Manutenzione – Opere all'aperto – Piano di

Datenblätter Baustelle Unterplattner - Bauwerke und Anlagen

manutenzione - schede cantiere Unterplattner - Opere civili e impianti

## 9 ANLAGEN

### 9.1 ANHANG A1: RÜCKBLICKSDATENBLATT

## 9 APPENDICI

### 9.1 APPENDICE A1: SCHEDA DATI STORICI



## SCHEDA DATI STORICI / RÜCKBLICKSDATENBLATT

OPERA / BAUWERK:

A – PERIODO DI COSTRUZIONE A – ZEITRAUM DER KONSTRUKTION	
Data inizio costruzione: Beginn der Konstruktion:	
Data fine costruzione: Fertigstellung der Konstruktion:	
Contestazioni in corso d'opera: Beanstandungen während der Bauausführung:	
Note: Anmerkungen:	

<b>B – MATERIALI IMPIEGATI / VERWENDETE MATERIALIEN</b>	
<b>B1 – CALCESTRUZZO / BETON</b>	
Rck:	
Lavorabilità: Bearbeitbarkeit	
Composizione (dosaggio): Zusammensetzung (Dosierung)	
Tipo di cemento: Typologie des Zementes:	
Tipo di aggregato: Typologie des Zuschlagstoffes:	
Tipo di additivo: Typologie der Zusatzmittel:	
Altre caratteristiche: Andere Eigenschaften:	
Trattamenti superficiali: Oberflächliche Behandlungen:	
<b>B2 – FERRI D'ARMATURA / EISEN FÜR DIE BEWEHRUNG</b>	
Tipo: Typologie:	
Diametri utilizzati: Verwendete Durchmesser:	
Altre caratteristiche: Andere Eigenschaften:	
<b>B3 – ALTRI MATERIALI / ANDERE MATERIALIEN</b>	
Acciaio per carpenterie metalliche: Stahl für das Metall-Fachwerk	
Guaine di impermeabilizzazione: Abdichtungen	
Tubazione acque di scolo: Abwasserleitungen	
Pavimentazione: Böden:	
Grigliati: Gitter	
<b>C – ALTRE INFORMAZIONI / WEITERE INFORMATIONEN</b>	
Posizione geografica:	

<b>C – ALTRE INFORMAZIONI / WEITERE INFORMATIONEN</b>	
Geografische Lage:	
Condizioni climatiche: Klimatische Bedingungen:	
Trattamenti: Behandlungen:	
Carichi statici: Statische Belastungen:	
Carichi dinamici: Dynamische Belastungen	
Ambiente circostante: Umfeld	
Data dei primi segni di degrado: Datum der ersten Verfallsanzeichen:	

<b>D – ISPEZIONI ESEGUITE / DURCHGEFÜHRTE INSPEKTIONEN</b>	
Data / Datum:	N° scheda di rilevamento / Nr. Datenblatt für die Erhebung:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	
Data / Datum:	N° scheda di rilevamento / Nr. Datenblatt für die Erhebung:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	
Data / Datum:	N° scheda di rilevamento / Nr. Datenblatt für die Erhebung:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	
Data / Datum:	N° scheda di rilevamento / Nr. Datenblatt für die Erhebung:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	
Data / Datum:	N° scheda di rilevamento / Nr. Datenblatt für die Erhebung:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	
Data / Datum:	N° scheda di rilevamento / Nr. Datenblatt für die Erhebung:

<b>D – ISPEZIONI ESEGUITE / DURCHGEFÜHRTE INSPEKTIONEN</b>	
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	
Data:	N° scheda di rilevamento:
Parti della struttura con difetti variati rispetto all'ispezione precedente: Teile der Struktur, mit veränderten Defekten gegenüber der vorhergehenden Inspektion:	

<b>E - INTERVENTI DI MANUTENZIONE / WARTUNGSMASSNAHMEN</b>	
Data / Datum:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento: Typologie und Lage der Maßnahme	
Data / Datum:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento: Typologie und Lage der Maßnahme	
Data / Datum:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento: Typologie und Lage der Maßnahme:	
Data / Datum:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento: Typologie und Lage der Maßnahme:	
Data / Datum:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento: Typologie und Lage der Maßnahme:	
Data / Datum:	
Tipologia e ubicazione dell'intervento: Typologie und Lage der Maßnahme:	

9.2 ANHANG A2: DATENBLATT DER  
MAßNAHMEKRITERIEN

9.2 APPENDICE A2: SCHEDA CRITERI PER  
L'INTERVENTO

**SCHEDA CRITERI PER L'INTERVENTO**  
**DATENBLATT DER MASSNAHMEKRITERIEN**

<b>ELEMENTO STRUTTURALE STRUKTURELLES ELEMENT</b>	<b>DEGRADO INDIVIDUATO ERMITTELTEN VERFALL</b>
Descrizione / Beschreibung:	Schede di riferimento / Bezugsdatenblatt:
	Tipo di degrado / Typologie des Verfalls:

<b>SUPERAMENTO VALORE SOGLIA D'INTERVENTO OTTIMALE ÜBERSCHREITUNG DES OPTIMALEN GRENZWERTES FÜR MASSNAHMEN</b>		<b>SUPERAMENTO VALORE SOGLIA MINIMA D'INTERVENTO ÜBERSCHREITUNG DES MINIMALEN GRENZWERTES FÜR MASSNAHMEN</b>		<b>CAUSA DEL DEGRADO INDIVIDUATA URSACHE DES ERMITTELTEN VERFALLS</b>	
SI / JA	NO / NEIN	SI / JA	NO / NEIN	SI / JA	NO / NEIN
				Descrizione / Beschreibung:	

<b>POSSIBILI INTERVENTI PER ELIMINAZIONE CAUSA DEGRADO MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE BESEITIGUNG DER VERFALLSURSACHE</b>	<b>POSSIBILI INTERVENTI PER ELIMINAZIONE DEGRADO MÖGLICHE MASSNAHMEN FÜR DIE BESEITIGUNG DES VERFALLS</b>
Tipo / Typ 1:	Tipo / Typ 1:
Tipo / Typ 2:	Tipo 2 / Typ:
Tipo / Typ 3:	Tipo / Typ 3:

EVENTUALI VINCOLI / EVTL. EINSCHRÄNKUNGEN	PRIORITA' D'INTERVENTO / MASSNAHMEN-PRIORITÄT	
	1	<p>DILAZIONATO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ sicurezza non compromessa</li> <li>○ non comporta degrado di altri elementi</li> </ul> <p>AUFGESCHOBEN</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sicherheit ist nicht beeinträchtigt</li> <li>○ Führt nicht zum Verfall anderer Elemente</li> </ul>
	2	<p>URGENTE</p> <p>sicurezza non compromessa innesco fenomeni di degrado su altri elementi</p> <p>DRIGEND</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sicherheit ist nicht beeinträchtigt</li> <li>○ Auslösen von Verfallsphänomenen bei anderen Elementen</li> </ul>
	3	<p>IMMEDIATO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ compromissione requisito sicurezza</li> </ul> <p>SOFORT</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Beeinträchtigung Sicherheitsanforderungen</li> </ul> <p style="text-align: right;">der</p>





# SCHEDA DIFETTI / DATENBLATT DEFEKTE

N° d'ordine

Foglio N°

Bestellnr.

Denominazione .....

Progr. km .....

Bezeichnung

Progr. km

Data del rilievo .....

Bezugsdatum

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	
	<b>PROGRESSIVE / STATION</b>	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<b>UBICAZIONE LAGE</b>	AS																					
	BS																					
	CS																					
	DS																					
	ES																					
	FS																					
	GS																					
	GD																					
	FD																					
	ED																					
	DD																					
	CD																					
	BD																					
	AD																					



9.4 ANLAGE A4: KATALOG DER URSACHEN DER  
DEFEKTE UND DER ELEMENTAREN  
MAßNAHMEN

9.4 APPENDICE A4: CATALOGO DELLE CAUSE DEI  
DIFETTI E DEGLI INTERVENTI ELEMENTARI

## CATALOGO DELLE CAUSE DEI DIFETTI E DEGLI INTERVENTI ELEMENTARI

DIFETTI / DEFESTE		CAUSE DIFETTI / URSACHEN DER DEFESTE		Codice intervento elementare
Codice	Tipologia	Codice	Tipologia	
1	Lesione singola inclinata Einzelner schräger Riss	1a 1b	Assestamento delle fondazioni Setung des Fundamentes Spinte differenziali dell'ammasso Differenzialschub des Gebirges	
2	Lesioni ramificate Verzweigter Riss	2a	Ritiro del cls Schwinden des Beton	
3	Lesione singola longitudinale o trasversale Einzelner Längs- oder Querriss	3a 3b 3c	Spinta orizzontale asimmetrica Asymmetrischer horizontaler Schub Assestamento delle fondazioni Setzung des Fundamentes Problemi di giunti tra conci Probleme mit Fugen zwischen Tübbinge	
4	Pericolo di distacco di intonaco Gefahr der Ablätterung des Putzes	4a 4b 4c	Cattiva qualità dell'intonaco Schlechte Qualität des Putzes Cattiva esecuzione dell'intonaco Schlechte Ausführung des Putzes Infiltrazioni d'acqua Wasserzutritt	
5	Distacco di intonaco a gunite Gefahr des Ablätterung des Putzes und der Torkretauskleidung	5a 5b 5c	Cattiva qualità dell'intonaco Schlechte Qualität des Putzes Cattiva esecuzione dell'intonaco Schlechte Ausführung des Putzes Infiltrazioni d'acqua Wasserzutritt	
6	Cls ammalorato Verfall des Betons	6a 6b 6c 6d	Cattiva progettazione/esecuzione del cls Schlechte Planung / Durchführung der Betonierarbeiten Aggressione dell'ambiente / Aggressives Milieu Carbonatazione / Karbonatisierung Infiltrazioni d'acqua	
7	Distacco di materiali dell'anello di cls Ablösung von Materialien vom Betonring	7a 7b 7c 7d	Cattiva progettazione/esecuzione del cls Schlechte Planung / Durchführung der Betonierarbeiten Aggressione dell'ambiente / Aggressives Milieu Carbonatazione / Karbonatisierung	

			Infiltrazioni d'acqua / Wasserzutritte	
8	Macchie di umidità	8a 8b	Impermeabilizzazione dell'intradosso assente o inefficace Fehlende oder unwirksame Abdichtung der Innenlaibung Filtrazioni d'acqua nell'ammasso Wasserzutritte aus Gebirge	
9	Percolazione d'acqua	9a 9b	Impermeabilizzazione dell'intradosso assente o inefficace Fehlende oder unwirksame Abdichtung der Innenleibung Filtrazioni d'acqua nell'ammasso Wasserzutritte aus Gebirge	

9.5 ANHANG A5: KATALOG DER ELEMENTAREN  
MASSNAHMEN

9.5 APPENDICE A5: CATALOGO DEGLI  
INTERVENTI ELEMENTARI

## CATALOGO DEGLI INTERVENTI ELEMENTARI

A.1)	Demolizione e ricostruzione parziale del calcestruzzo Teilabriss und Wiederaufbau des Beton
A.2)	Posa in opera di centine Errichtung von Stahlbögen im Bauwerk
A.3)	Messa in opera di profilati metallici incassati Errichtung eingeschnittener Metallprofile
A.4)	Costruzione di un anello supplementare di rivestimento all'intradosso Konstruktion eines zusätzlichen Ringes von Ummantelung der Leibung
A.5)	Iniezioni di consolidamento del calcestruzzo Injektion zur Festigung des Betons
A.6)	Iniezioni di consolidamento sotto la fondazione dei piedritti Injektion zur Festigung der Fundamente unterhalb der Widerlager
A.7)	Interventi strutturali sulle fondazioni dei piedritti Strukturelle Eingriffe an den Fundamenten unterhalb der Widerlager
B.1)	Esecuzione o rifacimento intonaco a gunita Ausführen und Wiederherstellen des Torkretverputzes
B.2)	Esecuzione o rifacimento intonaco a gunita con maglia elettrosaldata Ausführen und Wiederherstellen des Torkretverputzes mit Baustahlgitter
B.3)	Scalpellatura e posa in opera di reti Abmeißeln und Anbringen von Baustahlgitter
B.4)	Impermeabilizzazione intradosso galleria Abdichtung der Innenlaibung des Tunnels

9.6 ANHANG A6: DATENBLATT DER  
BEURTEILUNG WÄHREND DER  
INSPEKTIONSPHASEN

9.6 APPENDICE A6: SCHEDA GIUDIZIO DURANTE  
LA FASE DELLE ISPEZIONI



# SCHEDA GIUDIZIO DURANTE LA FASE DELLE ISPEZIONI

## DATENBLATT FÜR BEURTEILUNG WÄHREND DER INSPEKTIONSPHASEN

Denominazione / Bezeichnung..... Progr. Km ..... Pista / Strecke .....

Data del rilievo ..... n° conci / Block Nr. ....

Bezugsdatum

		PUNTO DI VISTA				
N° concio Block Nr.	Elemento Element	Sicurezza strutturale Strukurelle Sicherheit	Sicurezza d'esercizio Betriebs- sicherheit	Stato di conservazione Erhaltungszustand	Comfort dell'utente Komfort des Benutzers	Estetica Optik
1	Arco rovescio Sohlgewölbe					
	Piedritto Dx Rechtes Widerlager					
	Piedritto Sx Linkes Widerlager					
	Calotta Kalotte					
2	Arco rovescio Sohlgewölbe					
	Piedritto Dx Rechtes Widerlager					
	Piedritto Sx Linkes Widerlager					
	Calotta Kalotte					
n	Arco rovescio Sohlgewölbe					
	Piedritto Dx Rechtes Widerlager					
	Piedritto Sx					

	Linkes Widerlager					
	Calotta Kalotte					

**9.7 ANHANG A7: DATENBLATT DER URSACHEN  
DER DEFEKTE DER BESCHÄDIGTEN  
ELEMENTE UND DER ZUGEHÖRIGEN  
ELEMENTAREN MAßNAHMEN**

**9.7 APPENDICE A7: SCHEDA CAUSE DIFETTI  
DEGLI ELEMENTI AMMALORATI E RELATIVI  
INTERVENTI ELEMENTARI**

**SCHEDA CAUSE DIFETTI DEGLI ELEMENTI AMMALORATI E RELATIVI INTERVENTI ELEMENTARI**

**DATENBLATT DER URSACHEN DER DEFEKTE DER BESCHÄDIGTEN ELEMENTE UND DER ZUGEHÖRIGEN ELEMENTAREN MASSNAHMEN**

Denominazione / Bezeichnung..... Progr. Km ..... Pista / Strecke.....

Data del rilievo / Bezugsdatum ..... n° conci / Block Nr. ....

		PUNTO DI VISTA				
N° concio Block Nr.	Elemento Element	Sicurezza strutturale Strukurelle Sicherheit	Sicurezza d'esercizio Betriebs- sicherheit	Stato di conservazione Erhaltung- zustand	Comfort dell'utente Komfort des Benutzers	Estetica Optik
1	Arco rovescio Sohlgewölbe					
	Piedritto Dx Rechtes Widerlager					
	Piedritto Sx Linkes Widerlager					
	Calotta Kalotte					
2	Arco rovescio Sohlgewölbe					
	Piedritto Dx Rechtes Widerlager					
	Piedritto Sx Linkes Widerlager					
	Calotta Kalotte					
n	Arco rovescio Sohlgewölbe					
	Piedritto Dx					

	Rechtes Widerlager					
	Piedritto Sx Linkes Widerlager					
	Calotta Kalotte					