

Committente:



AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.
Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.
Il Direttore Tecnico:

*Il Responsabile di Progetto
Dot. Ing. Luca Bondanelli*

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



Il Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n. 3581

A.T.I.:



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integratore Progettazione Specialistica:
Ing. Pietro Mazzoli
Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821

Titolo Elaborato:

**Viabilità ordinaria e di adduzione all'Autostazione
Trecasali - Terre Verdiane
Variante S.P. 10 all'abitato di Viarolo – Smaltimento acque
Relazione Idraulica**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

--

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N PROGR. DOC.	REV.
	RAAA	1	E	I	VO	VO	01	Q	RE	001	C
C	29/01/2015	Istruttoria A15-PROVINCIA				Costantini	Nigrelli	Mazzoli			
B	24/09/2014	Istruttoria RINA prot. N°730 del 08/09/2014				M. Rampado	Nigrelli	Mazzoli			
A	30/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO				M. Rampado	Nigrelli	Mazzoli			
Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE				Redatto	Controllato	Approvato			

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	SMALTIMENTO E TRATTAMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA	4
2.1	SCHEMA IDRAULICO FUNZIONALE	4
2.2	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI EVACUAZIONE ACQUE DI PIATTAFORMA	4
2.2.1	PORTATE IN INGRESSO	4
2.2.2	VERIFICA DEGLI ELEMENTI DELLA RETE	5
2.2.3	ELEMENTI DI RACCOLTA	6
2.2.3.1	BANCHINA	6
2.2.4	IDRAULICA DEI FOSSI DI LAMINAZIONE	8
2.2.5	LAMINAZIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	8
2.2.6	SCARICO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA	9
3	INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA	10

Quanto evidenziato con riga laterale è stato sede di revisione del 29/01/2015

1 PREMESSA

L'asse stradale di progetto unisce le due rotonde di svincolo, a sud e nord di Viarolo, sulla SP10 per deviare il traffico stradale esternamente all'abitato. La variante stradale è classificata come strada di classe F1 con larghezza del pavimentato $B=9.00$ m; la sezione proposta è tutta in rilevato basso sul piano campagna.

Altimetricamente il tracciato è realizzato con quattro livellette che raccordano i due vertici di inizio e fine intervento suddivise, procedendo da nord verso sud, con tratti: ascendente, discendente, ascendente e discendente.

Planimetricamente il tracciato è quasi interamente in curva con tratti di raccordo in rettilineo.

La raccolta delle acque avviene sulla piattaforma stradale con scarico nei fossi filtro posti in destra e sinistra strada, realizzati sul piano campagna la cui pendenza longitudinale sarà sagomata in funzione dei recapiti; quest'ultimi individuati nei fossi di scolo esistenti intersecati dalla strada.

Lungo il tracciato sono presenti due dune di mitigazione acustica ed ambientale in corrispondenza delle quali la raccolta avviene a margine strada con scarico mediante pozzetti posti ad interasse 20 m nella sottostante tubazione che ad intervalli stabiliti scarica nel fosso filtro.

2 SMALTIMENTO E TRATTAMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

2.1 SCHEMA IDRAULICO FUNZIONALE

Il tracciato della Variante SP10 è realizzato tutto in rilevato basso e non sono presenti ponti e viadotti.

Il drenaggio delle acque avviene a lato carreggiata, la pendenza trasversale della strada è 2.5% nei tratti in rettilineo e variabile nei tratti in curva. Questo consente l'evacuazione delle acque dalla superficie inclinata pavimentata a bordo carreggiata dove l'acqua, contenuta dall'arginello raggiunge gli embrici per l'allontanamento dal piano pavimentato.

Gli embrici sono realizzati con tegole poste ad interasse di 20 m; la cattura delle acque avviene mediante un elemento rastremato ai bordi che invia le acque agli embrici sottostanti.

Le acque sono convogliate ai fossi di guardia (fossi di laminazione), con larghezza di fondo variabile da $b_{min}=1.5$ m e altezza minima $h=0.5$ m. Le scarpate hanno pendenza 1/1.

I fossi di laminazione scaricano le acque nella rete idrica superficiale esistente ogni qual volta viene intersecato un corso d'acqua in continuità sotto il rilevato stradale oppure in corrispondenza di fossi di scolo esistenti a lato del rilevato in progetto. Lo scarico avviene attraverso un manufatto di regolazione e controllo costruito in calcestruzzo e composto da una griglia di trattenuta dei solidi grossolani realizzata con profilati d'acciaio e da una paratoia di sezionamento a parete piana in acciaio con movimentazione manuale mediante volantino. A valle dello scarico il fosso recettore viene rivestito per il controllo delle erosioni allo sbocco delle acque.

Le aree scolanti sono definite in funzione della conformazione plano-altimetrica del corpo stradale; viene inoltre tenuto conto del contributo delle superfici esterne alla piattaforma prendendo in conto una fascia di scolo laterale del piano campagna.

La sezione idraulica dei fossi di laminazione presenta notevole capacità di deflusso, essa infatti è sovradimensionata per la funzione di trasporto delle acque di piattaforma in quanto ad essi è affidata anche la funzione di laminazione necessaria per ridurre le portate scaricate nei recettori che dovranno essere compatibili nel rispetto del principio di invarianza idraulica.

2.2 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI EVACUAZIONE ACQUE DI PIATTAFORMA

2.2.1 PORTATE IN INGRESSO

Il calcolo delle portate affluite alla rete è stato svolto con il metodo razionale a partire dalle piogge con prefissato tempo di ritorno che interessano l'area di progetto.

Nella relazione Idrologico Idraulica del Progetto Esecutivo è stato effettuato l'aggiornamento al 2012 dei dati pluviometrici, riferiti alla stazione di Parma-Università. A seguito di tale aggiornamento si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica assunte per la rete di smaltimento delle acque meteoriche e per il dimensionamento dei fossi di laminazione

Reti in rilevato $Tr = 50$ anni $h = 57.8 t^{0.311}$ h (mm) t (ore)

La portata massima al colmo nella sezione di chiusura di un generico tronco della rete è stata calcolata con l'espressione:

$$Q_{max} = \frac{\varphi \cdot h \cdot A}{tc} \quad (1)$$

dove:

- Q : portata al colmo di piena in m³/s;
 φ : coefficiente di deflusso medio del bacino;
 h : altezza di precipitazione in (m) calcolata per il tempo di corrivazione del bacino;
 S : superficie del bacino in (m²).

Il tempo di corrivazione, t_c , può essere determinato facendo riferimento al percorso idraulico più lungo nella rete fognaria sino alla sezione di chiusura verificata:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove t_a è il tempo di accesso alla rete e t_r è il tempo di percorrenza fino alla sezione considerata.

Il tempo di accesso, t_a è di incerta determinazione, variando con la pendenza e la natura dell'area, la presenza e tipologia dei drenaggi minori presenti in essa nonché dell'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto. Normalmente nella progettazione stradale si assumono valori compresi tra 5 e 15 minuti. Nel presente progetto è stato assunto $t_a=10'$.

Il tempo di rete, t_r , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria:

$$t_r = \sum_i \frac{L_i}{V_{ui}}$$

dove:

- L_i : lunghezza della singola canalizzazione;
 V_{ui} : velocità media nel tronco.

Per il Coefficiente di deflusso φ sono stati assunti i seguenti valori:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| superfici asfaltate o impermeabili | φ _{IMP} =0.90; |
| scarpate e superfici a verde | φ _{PERM} =0.40. |

2.2.2 VERIFICA DEGLI ELEMENTI DELLA RETE

Le caratteristiche idrauliche delle sezioni di progetto sono determinate mediante l'applicazione della formula di Chezy con la notazione di Manning per la scabrezza n:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} i^{1/2} \quad (2)$$

con:

- Q = portata di progetto [m³/s];
 A = sezione idraulica bagnata [m²];
 n = coefficiente di Manning ;
 R = raggio idraulico [m];
 i = pendenza di fondo [m/m]

La scabrezza K di Gauckler-Strickler, pari al reciproco del coefficiente n di Manning $K=1/n$ è stata assunta pari a:

$K_{\text{asf}}=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per asfalto,
$K_{\text{cls}}=50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per tubazioni e canalette in calcestruzzo,
$K_{\text{sacciaio}}=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per tubazioni in acciaio,
$K_{\text{SPeAD}}=80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per tubazioni in PeAD,
$K_{\text{terra}}=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$	per fossi in terra inerbiti,

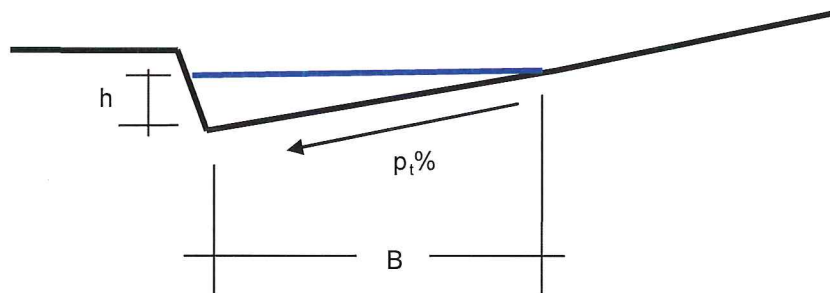
Generalmente viene adottato un franco di sicurezza minimo di 0.50ϕ per le tubazioni di diametro $< 400 \text{ mm}$, 0.80ϕ per le tubazioni di diametro $\geq 400 \text{ mm}$ e $0.80 h$ per i canali a cielo aperto.

2.2.3 ELEMENTI DI RACCOLTA

2.2.3.1 BANCHINA

In funzione della larghezza della porzione di piattaforma interessata al deflusso B , della pendenza trasversale p_t della stessa e di quella longitudinale p_l della strada è possibile ricavare le caratteristiche idrauliche della banchina di raccolta a bordo strada in rilevato:

h	:	altezza della banchina = $p_t \cdot B$, in m;
C	:	contorno bagnato = $B+h$, in m;
A	:	area bagnata = $B \cdot h/2$, in m^2 ;
R	:	raggio idraulico = A/C , in m.



La cunetta che si forma in banchina viene scaricata ad intervalli fissi attraverso gli embrici.

La verifica della cunetta e del passo degli embrici viene svolta imponendo che la porta affluita Q_a calcolata col la (1) sia minore della portata massima defluibile Q_d dall'elemento di piattaforma calcolata con la (2).

$$Q_a < Q_d$$

Il passo degli embrici è risultato pari a 20 m .

Si riporta di seguito il tabulato di verifica:

VO01

Legge di Pioggia

Tr	50	anni
a	57,8	mm
n	0,311	

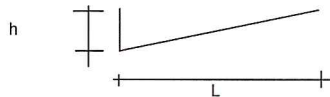
VERIFICA INTERASSE SCARICHI						
n	0,014	Scabrezza di Manning		Interasse scarichi (m)	20,00	
A(h)	C(h)	R(h)	L Platt	Qaffluita	Qdefluibile	i longitudinale
(m ²)	(m)	(m)	(m)	(l/s)	(l/s)	(m/m)
0,02813	1,5380	0,018	4,500	4,47	4,73	0,00120
t (ore)	h (mm)	i (mm/h)				
0,17	33,11	198,64				

Qd-Qa	0,26
-------	------

Sezione di deflusso

L	h (m)	A (m ²)	C (m)	pendenza trasversale
1,5	0,038	0,028125	1,5380	0,025

rettifilo



La verifica idraulica dei fossi in cui scaricano gli embrici è riportata nello schema idraulico RAAA1EIAPVO1QSC001A

2.2.4 IDRAULICA DEI FOSSI DI LAMINAZIONE

La realizzazione dell'opera stradale in progetto comporta l'impermeabilizzazione di superfici agricole mettendo in evidenza diverse problematiche connesse con lo smaltimento delle acque meteoriche; in particolare si possono avere conseguenze sia idraulico-quantitative, sia ambientali-qualitative: dall'insufficienza dei corsi d'acqua ricettori e delle reti di fognatura esistenti, alla necessità di trattare la frazione più inquinata delle acque meteoriche e di ridurre i volumi idrici ed i carichi inquinanti sversati nei corsi d'acqua.

Il ciclo naturale delle acque subisce, a seguito della costruzione stradale, tre tipi di alterazioni riconducibili ad una modifica del regime idrologico locale dovuto ad una minore infiltrazione delle acque; la maggiore impermeabilizzazione aumenta le velocità dei deflussi superficiali e quindi delle portate consegnate ai ricettori; la qualità delle acque meteoriche percorrendo la superficie autostradale si deteriora a seguito del dilavamento degli inquinanti depositati sulla piattaforma in tempo secco.

Queste conseguenze possono essere controllate inserendo nei sistemi di raccolta delle acque che svolgano la funzione di vasche volano per il rilascio controllato delle portate.

La soluzione adottata è quella dei fossi di laminazione ovvero di sistemi di raccolta e trasferimento delle portate pluviali in grado di associare alla funzione di drenaggio anche quella idraulica di laminazione delle portate di piena.

I fossi di laminazione sono fossi di guardia (con fondo permeabile o impermeabile) dove si realizza l'invaso delle acque; essi sono realizzati con dimensioni $b_{min}=1.5$ m, $h_{min}=0.5$ m, $i=1/1$, attrezzati di manufatti di scarico realizzati in calcestruzzo e con possibilità di controllare i deflussi. Le paratoie di sezionamento, poste al termine di ciascun tratto omogeneo consentono di controllare le portate scaricate entro i limiti fissati dal calcolo.

2.2.5 LAMINAZIONE DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Le vasche di laminazione hanno il compito di ridurre i picchi di portata che si verificano nei sistemi di drenaggio riducendoli a valori compatibili con i recapiti posti a valle.

Nel caso specifico dell'opera stradale in progetto l'incremento di portata dovuto alla nuova impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso nei fossi, essi infatti hanno una sezione idraulica dimensionata non per la funzione di drenaggio delle portate bensì del volume da invasare.

Il dimensionamento del volume dei fossi è stato eseguito mediante il metodo cinematico (Alfonsi e Orsi, 1987):

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^n + \frac{t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{1-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u \cdot \theta_w - Q_u \cdot t_c$$

- S : superficie del bacino scolante;
 φ : coefficiente di afflusso del bacino scolante;
 a,n : coefficiente ed esponente della curva di possibilità pluviometrica;
 t_c : tempo di corrvazione del bacino scolante, dal calcolo della rete di drenaggio;
 Q_u : portata massima scaricabile per il principio dell'invarianza idraulica (20l/sxha);
 θ_w : durata critica del bacino di laminazione.

La durata critica per la laminazione è stata determinata mediante un metodo iterativo, tramite la relazione:

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \theta_w^{-n}}{S \cdot \varphi \cdot a} - Q_u = 0$$

Ai fossi viene data una leggera pendenza longitudinale che consente il transito della portata di competenza e lo svuotamento della sezione per operazioni di manutenzione.

Riepilogando vengono dunque condotte per ogni fosso due verifiche:

- 1) verifica della capacità di trasporto in base alla massima portata affluita con tempo di ritorno 50 anni e deflusso nella sezione del fosso valutato in moto uniforme con la formula di Manning
- 2) verifica del volume da invasare con il criterio dell'invarianza idraulica

In progetto è riportato lo schema idraulico delle reti e i tabulati con tutte le verifiche svolte.

2.2.6 SCARICO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Il rilascio delle acque di piattaforma avverrà in modo controllato attraverso manufatti appositamente progettati che garantiscono la regolazione delle portate laminate in uscita dal sistema ed il controllo qualitativo attraverso la trattenuta dei solidi grossolani mediante griglie ed il controllo degli sversamenti accidentali con possibilità di isolare i tratti interessati da rilasci accidentali.

I manufatti progettati sono realizzati in calcestruzzo armato inseriti in asse al canale e dotati di un muro di testa di raccordo con le sezioni in terra; a tergo del muro il manufatto si compone di un pozzetto con griglia e paratoia.

Il controllo degli sversamenti accidentali avviene attraverso la rete di drenaggio che essendo di tipo chiuso (i fossi di laminazione sono impermeabilizzati con argilla) non consente l'infiltrazione nel sottosuolo; la paratoia del manufatto di scarico, opportunamente abbassata dal personale di pronto intervento, consente di isolare il tratto di fosso interessato dallo sversamento trattenendo l'inquinante nel fosso. Successivamente si provvederà alla bonifica del sito con rimozione della vegetazione e del suolo inquinato da parte di ditte autorizzate.

3 INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA

Il territorio attraversato dalla Variante alla SP10 è ubicato in destra Taro e si estende per pochi chilometri da località La Buca a località Podere Bolsi, rispettivamente a sud e nord di Viarolo in Comune di Parma.

L'area appartiene ad un territorio a vocazione agricola che negli ultimi anni ha visto tuttavia l'espansione di alcuni quartieri artigianali ed industriali; il corridoio della nuova viabilità si inserisce tuttavia nella fascia compresa tra l'attuale SP10 e l'argine destro del Taro, area ancora oggi coltivata e con interessanti formazioni boschive adiacenti un tratto del canale Ottomulini.

Il sistema idrografico è caratterizzato dalla presenza del canale Ottomulini, unico elemento di pregio idraulico ed ambientale, dalla Diramazione sud Dugara dei Ronchi, nel suo tratto di inizio corso e da alcuni fossi minori con funzione prevalente di scolo delle acque stradali e della campagna posta tra l'argine e la SP10.

La rete idrografica principale drena le acque con scorrimento da sud verso nord; la rete minore di scolo della campagna drena la stretta fascia tra Taro e SP10 con asse SW-NE convogliando le acque o nel canale Ottomulini o nella Diramazione sud.

La classificazione adottata per l'individuazione dei corsi minori di bonifica e irrigazione si rifà alle definizioni classiche dell'idraulica di bonifica alle quali sono state associate dimensioni di riferimento per i diversi ordini di canali e fossi:

- canali principali: canali con larghezza di fondo superiore a 1.0-1.5 m (larghezza piano campagna superiore a 4.0 m) che ricevono contributi lungo il proprio percorso e che scaricano nel corso d'acqua naturale recipiente;
- canali secondari: ramificazioni successive che si protendono nella campagna e che hanno larghezza superficiale inferiore a 4 m;
- fossi minori: ramificazioni successive di carattere poderale che raccolgono la rete minuta dei capifosso e delle scoline e che in genere presentano larghezza in testa inferiori a 2 m.

Nella tabella che segue si riepilogano tutte le interferenze idrauliche riscontrate lungo il tracciato.

Per quanto riguarda gli attraversamenti principali (Canale Ottomulini, Diversivo di Viarolo e Diramazione Sud Duraga Ronchi), sono state svolte apposite verifiche idrauliche del deflusso in moto permanente con il programma Hec-Ras. Per questi attraversamenti sono stati predisposti appositi elaborati della simulazione idraulica ante e post operam ai quali si rimanda per tutti i dettagli.

Per gli attraversamenti minori della rete di scolo sono state svolte verifiche idrauliche in moto uniforme con la formula di Manning assumendo per la scabrezza delle tubazioni in cls il valore ($n=0,02$ pari 50 della formula di Strickler). Considerato che la rete minore ha spesso la funzione mista irrigazione-drenaggio, considerata inoltre l'incertezza legata al tracciamento dei bacini sottesi si è assunto di svolgere le verifiche degli attraversamenti stimando le portate della rete esistente attraverso l'area della sezione del fosso e attribuendo alla corrente una velocità media di deflusso pari a 0,8 m/s. Nella tabella che segue si riportano i risultati delle verifiche.

TOMBINI-SP10

	ubicazione Km	Nome	Rango	Dimensioni del Tombino	Q _{max} (l/s)	Ks (Strickler)	i (%)	hu (m)	riemp (%)	v (m/s)	NOTE
WBS-TT40	Rotatoria PV01 Ramo Est	fosso est	rete minore	DN1000	-	-	-	-	-	-	VEDI TABULATI DI VERIFICA SCHEMA IDRAULICO
WBS-TS27	0+017	Diversivo di Viarolo	secondario	3x1	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS
WBS-TS21	0+215	Canale Ottomulini	principale	2x2	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS
WBS-TS22	0+604	Canale Ottomulini	principale	3x2	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS
WBS-TS28	0+624	Diversivo di Viarolo	secondario	3x2	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS
WBS-TT43	4044,82	fosso	rete minore	DN1000	224	50	0,61	0,29	29	1,18	VERIFICA CON EQUIVALENZA IDRAULICA
WBS-TT44	1+653	scolina	rete minore	DN1000	536	50	0,45	0,51	51	1,34	VERIFICA CON EQUIVALENZA IDRAULICA
WBS-TT45	1+840	fosso	rete minore	DN1000	448	50	0,26	0,54	54	1,04	VERIFICA CON EQUIVALENZA IDRAULICA
WBS-TT46	1+984	scolina	rete minore	DN1000	264	50	0,25	0,40	40	0,89	VERIFICA CON EQUIVALENZA IDRAULICA
WBS-TS23	2+087	Dir. Sud Ronchi	secondario	2x2	-	-	-	-	-	-	VEDI ELABORATI SPECIFICI VERIFICHE EC-RAS
WBS-TT47	Rotatoria PV2 Ramo Est	scolina	rete minore	DN1000	-	-	-	-	-	-	VEDI TABULATI DI VERIFICA SCHEMA IDRAULICO