
Workshop
Idromorfologia e Direttiva Quadro Acque
ISPRA – Roma, 22-23 aprile 2010

**Metodologia per l'analisi e la
valutazione degli aspetti idromorfologici**

REGIME IDROLOGICO

Giovanni Braca, Martina Bussetini, Barbara Lastoria

Dipartimento Tutela delle Acque Interne e Marine – Settore Idrologia

Gruppo di Lavoro ISPRA per il supporto al Ministero dell'Ambiente in tema di direttiva Quadro Acque 2000/60/CE

OBBIETTIVI DELLA VALUTAZIONE DELL'ALTERAZIONE DEL REGIME IDROLOGICO

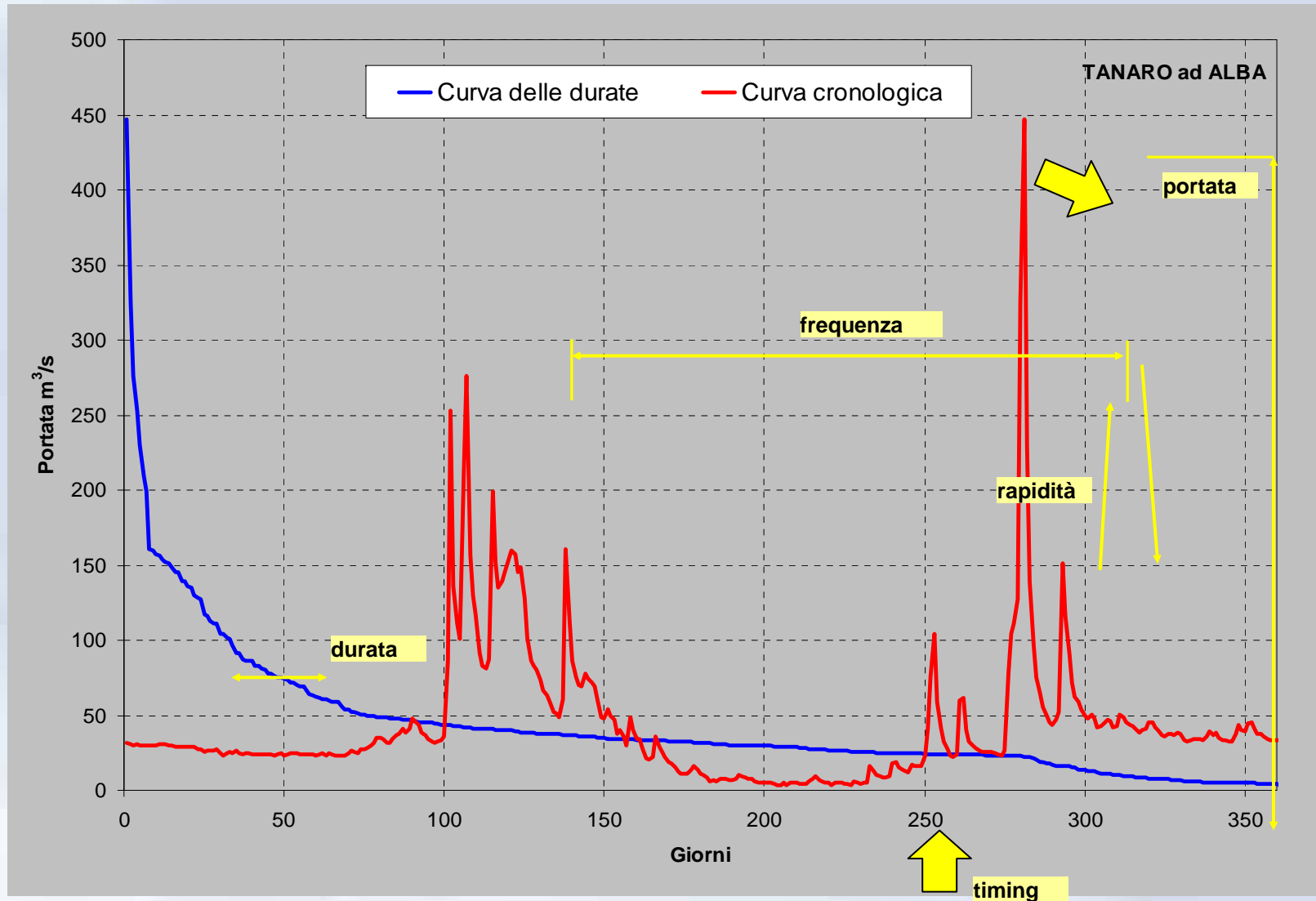
L'Allegato V della WFD prescrive che gli elementi idromorfologici a sostegno degli elementi biologici per la classificazione dello stato ecologico di un fiume sono:

1. **REGIME IDROLOGICO** (quantità e variazione del regime delle portate, interazione con i corpi idrici sotterranei);
2. CONTINUITÀ FLUVIALE (entità ed estensione degli impatti di opere artificiali sul flusso di acqua, sedimenti e biota)
3. CONDIZIONI MORFOLOGICHE (portate solide, configurazione morfologica plano-altimetrica, configurazione delle sezioni fluviali, configurazione e struttura del letto, vegetazione nella fascia perifluviale).

CLASSIFICAZIONE DELLO STATO IDROMORFOLOGICO DEI CORPI IDRICI FLUVIALI

| | | STATO MORFOLOGICO | |
|------------------|-----------|-------------------|-------------|
| | | ELEVATO | NON ELEVATO |
| STATO IDROLOGICO | ELEVATO | ELEVATO | NON ELEVATO |
| | BUONO | ELEVATO | NON ELEVATO |
| | NON BUONO | NON ELEVATO | NON ELEVATO |

EFFICACIA ED EFFICIENZA DEI PROGRAMMI DI MISURE DI CUI ALL'ART. 11 DELLA WFD



Indice di Alterazione del Regime Idrologico (IARI)

CRITERI ADOTTATI


- fornire una misura dello scostamento del regime idrologico osservato rispetto a quello naturale che si avrebbe in assenza di pressioni antropiche
- tener conto della generale e diffusa scarsità e/o assenza di dati di portata
- poter utilizzare tutta l'informazione idrologica disponibile
- poter utilizzare risultati già in possesso degli enti competenti che hanno effettuato il bilancio idrologico e idrico nei piani di tutela delle acque
- essere facilmente implementabile e calcolabile

Indice di Alterazione del Regime Idrologico (IARI)



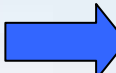
CARATTERISTICHE GENERALI

- ❑ è definito su livelli di approfondimento successivi (una fase preliminare + 2 Fasi)
- ❑ è definito principalmente sulla base delle portate medie mensili al fine di non perdere l'effetto della stagionalità e per utilizzare i risultati del bilancio idrico dei piani di tutela
- ❑ è definito in maniera differente per sezione fluviale dotata o meno di strumentazione per la misura della portata.
- ❑ è derivato dal metodo IHA (Indicators of Hydrologic Alteration, The Nature Conservancy, 2007). Le statistiche possono essere calcolate con il software IHA scaricabile liberamente dal sito web <http://www.nature.org/>

Lunghezza della serie di dati delle portate naturali



>= 20 anni

-  ***disponibili*** nella serie delle portate osservate e corrispondenti ad un periodo in cui si può assumere assenza di pressioni e impatti
-  ***ricostruiti*** dalla serie delle portate osservate **depurandole**, ove possibile, dagli effetti delle pressioni (se questa è costituita da almeno 20 anni di dati)
-  ***ricostruiti in parte*** dalla serie delle portate osservate (se questa è costituita da meno di 20 anni dati) e ***in parte stimati*** mediante modellistica idrologica
-  ***stimati*** mediante modellistica idrologica (se non si dispone di alcuna osservazione)

Lunghezza della serie di dati delle portate attuali

≥ 5 anni

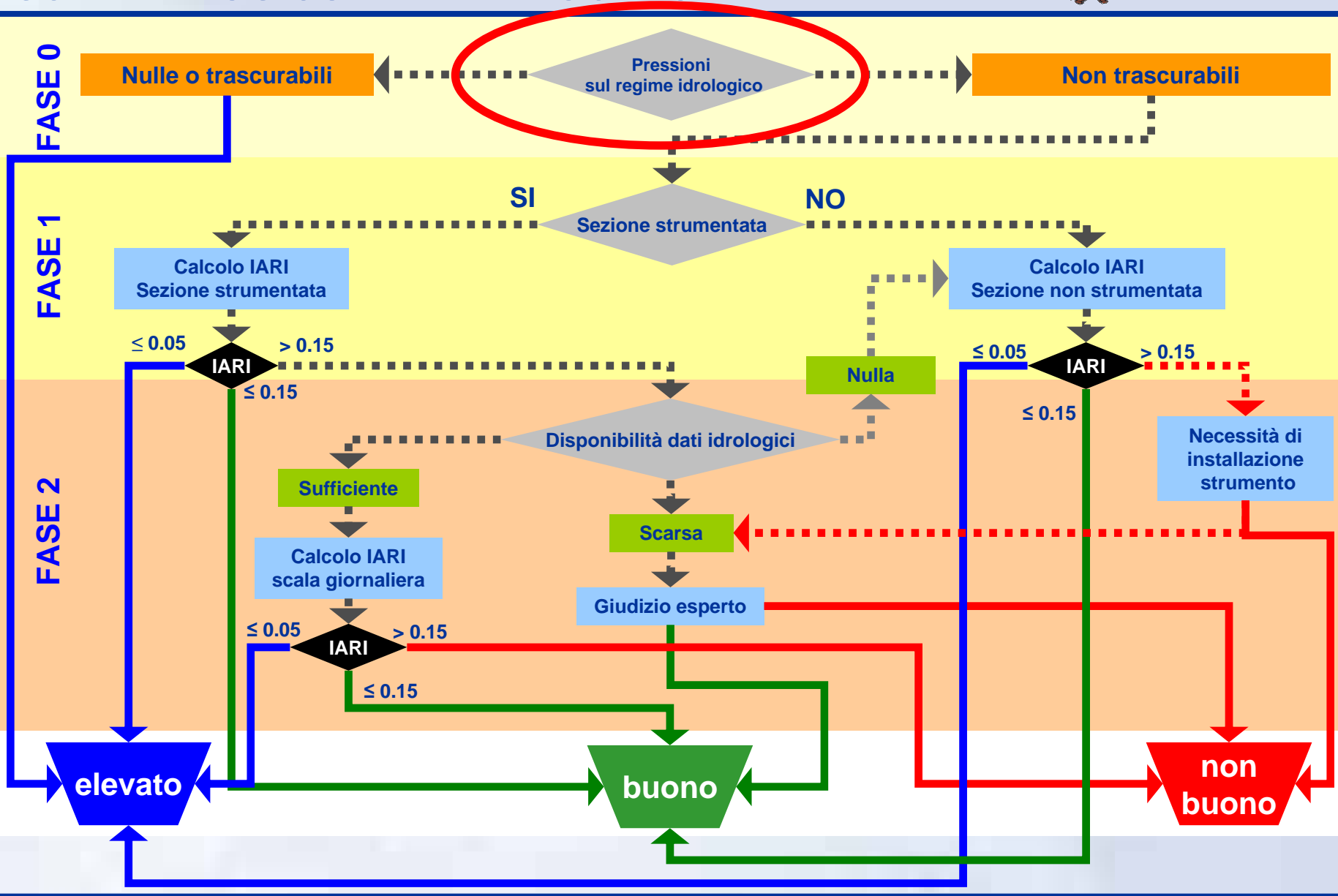
| | | Lunghezza della serie storica | | |
|-------------------------------|---------------|---|-----------------------------------|---|
| | | ≥ 20 anni | < 20 anni | 0 anni |
| Lunghezza dei dati attuali | ≥ 5 anni | Stazione storica funzionante | Stazione funzionante | Stazione funzionante solo da alcuni anni |
| | < 5 anni | Stazione storica riattivata di recente | Stazione riattivata di recente | Stazione installata di recente |
| | 0 anni | Stazione storica dismessa | Stazione dismessa | Stazione mai installata |

| | |
|--|---------------------------|
| | Disponibilità sufficiente |
| | Disponibilità scarsa |
| | Disponibilità nulla |

Fase preliminare (FASE 0) + 2 FASI:



SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA



Pressioni sul regime idrologico

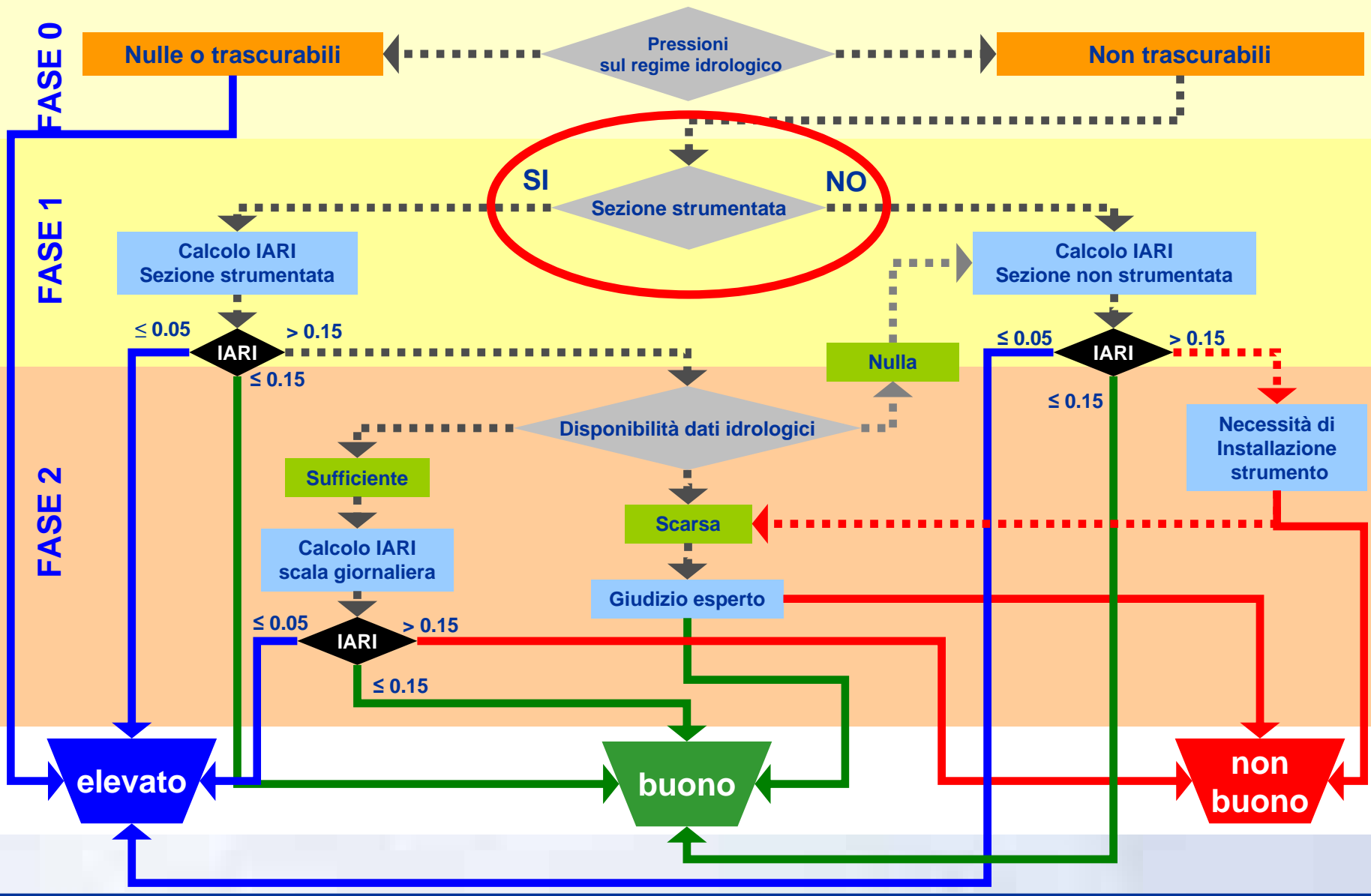
- prelievi (sia in alveo, sia nelle aree di alimentazione) che riducono principalmente le portate di magra o di morbida
- derivazioni per uso idroelettrico
- opere di sbarramento e di invaso
- opere di contenimento delle piene
- variazioni d'uso del suolo

Le azioni che alterano il regime possono agire su scale temporali diverse

Nulle o trascurabili

Non trascurabili

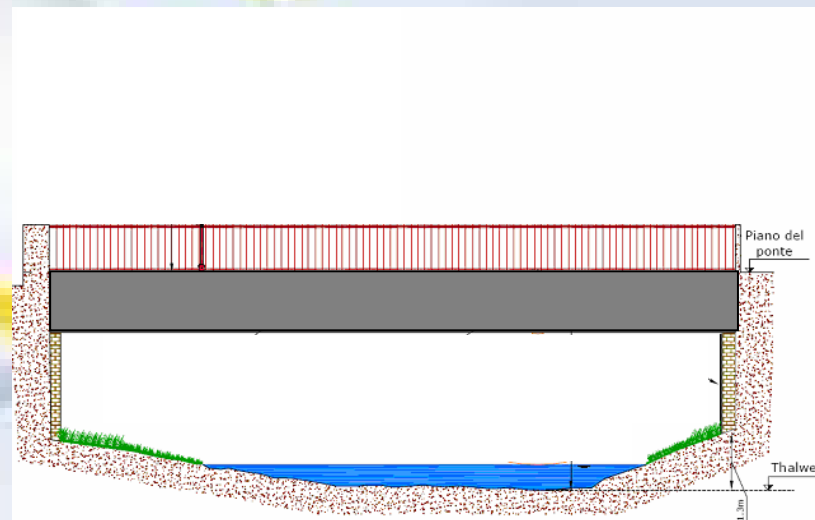
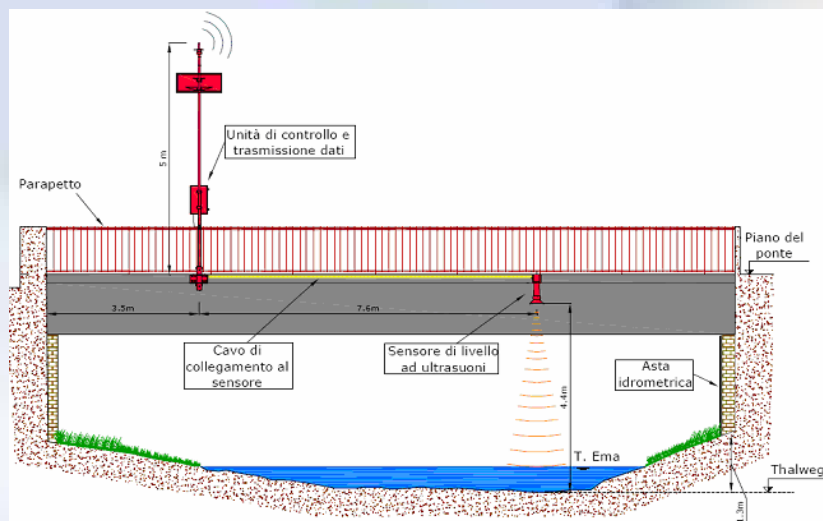
SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA



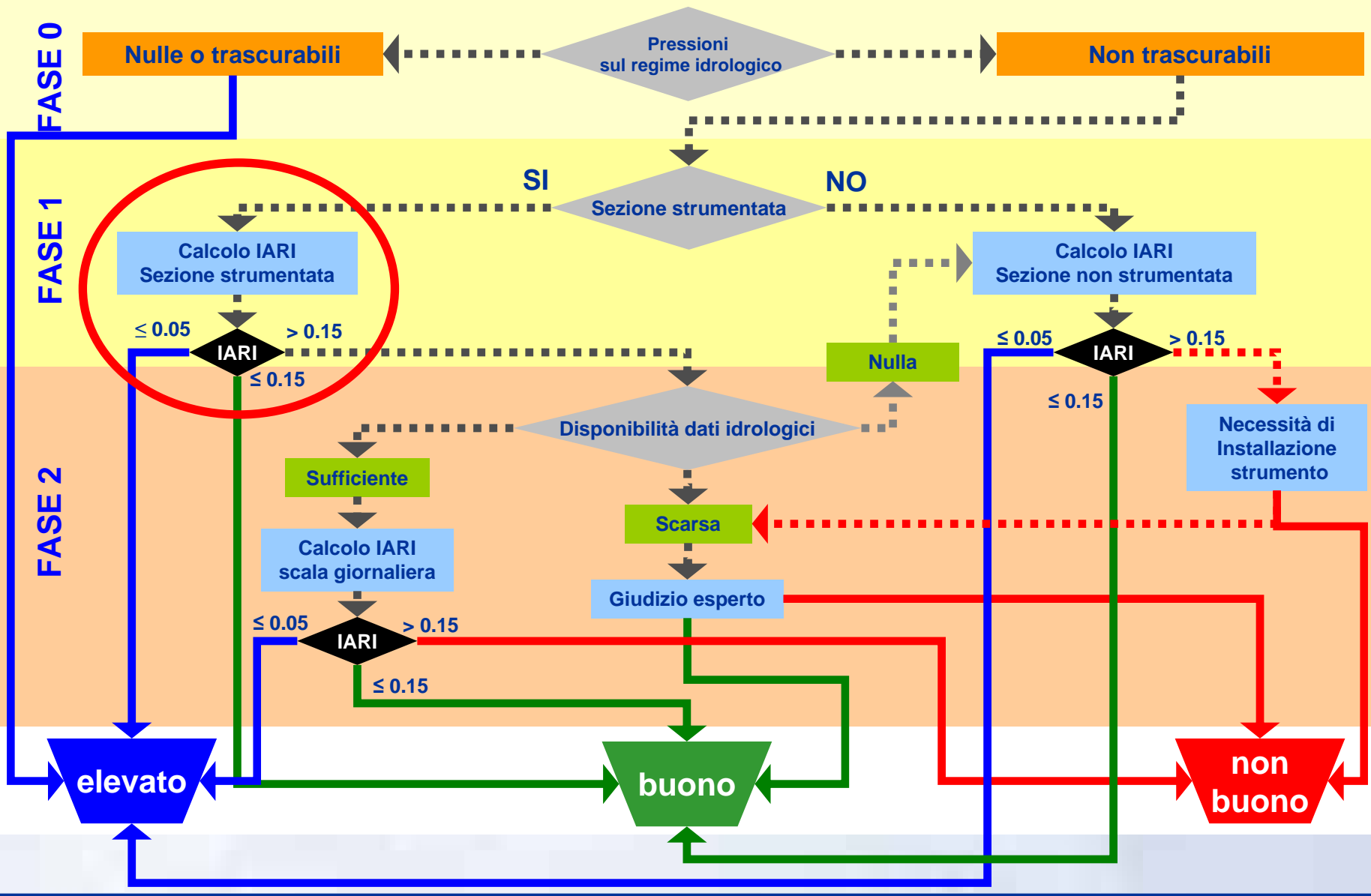
Procedura differenziata per

SEZIONE STRUMENTATA

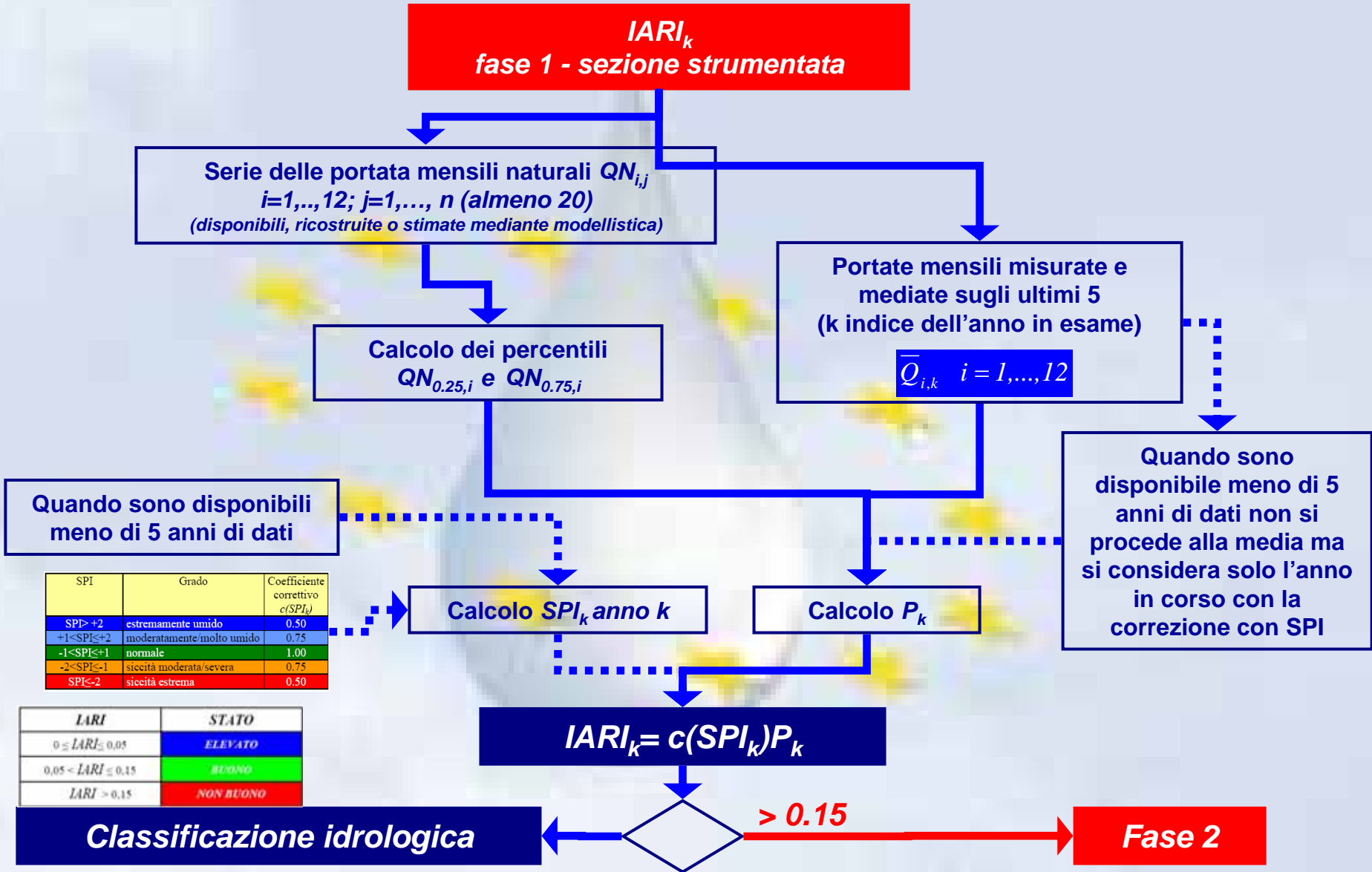
SEZIONE NON STRUMENTATA



SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA



SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA FASE 1 - SEZIONE STRUMENTATA



Quando si effettua l'analisi dello stato attuale (k) con meno di 5 anni per sezioni strumentate è opportuno tener conto degli effetti climatici dell'anno mediante l'indice SPI calcolato su 12 mesi relativo all'anno k in esame per le precipitazioni ragguagliate sull'area del bacino sotteso dalla sezione in esame

Il coefficiente correttivo $c(SPI_k)$ è dato dalla seguente tabella:

| SPI | Grado | Coefficiente correttivo $c(SPI_k)$ |
|--------------------|---------------------------|------------------------------------|
| $SPI > +2$ | estremamente umido | 0.50 |
| $+1 < SPI \leq +2$ | moderatamente/molto umido | 0.75 |
| $-1 < SPI \leq +1$ | normale | 1.00 |
| $-2 < SPI \leq -1$ | siccità moderata/severa | 0.75 |
| $SPI \leq -2$ | siccità estrema | 0.50 |

L'Indice di Alterazione del Regime Idrologico dell'anno k -esimo è:

$$P_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} p_{i,k}$$

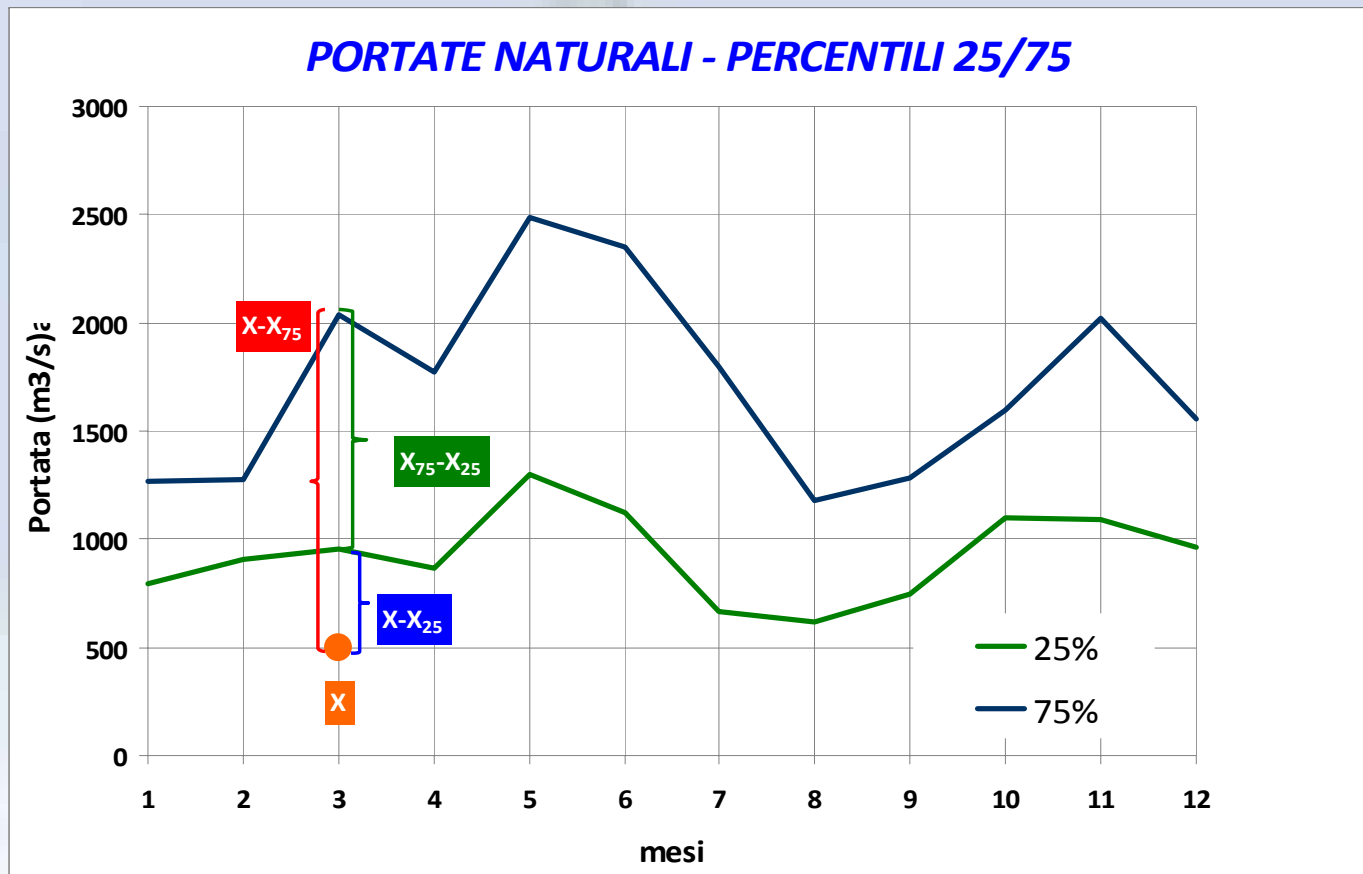
$$n_k = 10 \div 12$$

$$p_{i,k} = \begin{cases} 0 & \text{se } QN_{0.25,i} \leq \bar{Q}_{i,k} \leq QN_{0.75,i} \\ \min \left(\left| \frac{\bar{Q}_{i,k} - QN_{0.25,i}}{QN_{0.75,i} - QN_{0.25,i}} \right|, \left| \frac{\bar{Q}_{i,k} - QN_{0.75,i}}{QN_{0.75,i} - QN_{0.25,i}} \right| \right) & \text{se } \bar{Q}_{i,k} < QN_{0.25,i} \text{ o } \bar{Q}_{i,k} > QN_{0.75,i} \end{cases}$$

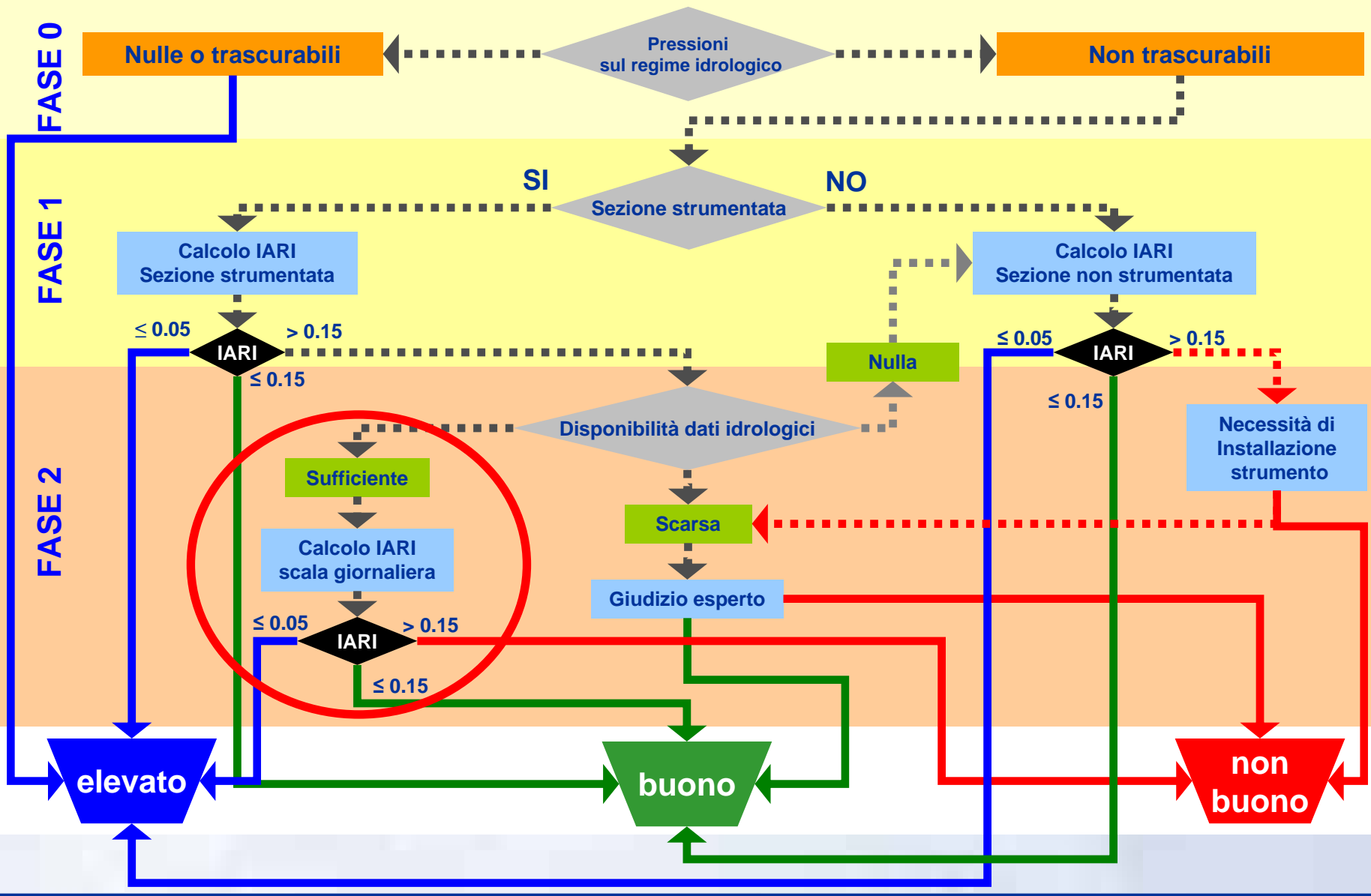
$$IARI_k = c(SPI_k) P_k$$

| <i>IARI</i> | <i>STATO</i> |
|------------------------------------|------------------|
| $0 \leq IARI \leq 0,05$ | ELEVATO |
| $0,05 < IARI \leq 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |

Fase 2



SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA



SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA

FASE 2 - SEZIONE STRUMENTATA

$IARI_k$
fase 2 – sezione strumentata – disponibilità di dati “sufficiente”

Serie (20 anni) delle portate giornaliere naturali (pre-impact) QN

Serie (5 anni) delle portate giornaliere misurate (post-impact) Q

Applicazione del software IHA

Calcolo delle statistiche non parametriche (percentili) per i 33 parametri IHA raggruppati in 5 classi $X_{i,0.25}, X_{i,0.50}, X_{i,0.75}$ (X_i i-esimo parametro IHA)

Calcolo $p_{i,k}$
 $i=1, \dots, 33$

Calcolo $IARI_k$



| <i>IARI</i> | <i>STATO</i> |
|-------------------------|------------------|
| $0 \leq IARI \leq 0,05$ | ELEVATO |
| $0,05 < IARI \leq 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |

$$p_{i,k} = \begin{cases} 0 & \text{se } XN_{0,25,i} \leq X_{i,k} \leq XN_{0,75,i} \\ \min \left(\left| \frac{X_{i,k} - XN_{0,25,i}}{XN_{0,75,i} - XN_{0,25,i}} \right|, \left| \frac{X_{i,k} - XN_{0,75,i}}{XN_{0,75,i} - XN_{0,25,i}} \right| \right) & \text{se } X_{i,k} < XN_{0,25,i} \text{ o } X_{i,k} > XN_{0,75,i} \end{cases}$$

$X_{i,k}$ = parametro i -esimo IHA post-impact (media o mediana su 5 anni)

$XN_{0,25,i}$ = percentile 25% parametro i -esimo IHA pre-impact

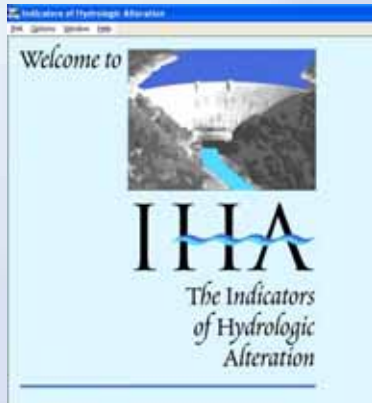
$XN_{0,75,i}$ = percentile 75% parametro i -esimo IHA pre-impact

$i = 1, \dots, 33$

$k = l'$ indice dell'anno in esame

$$IARI_k = \frac{1}{33} \sum_{j=1}^5 n_j \left(\frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} p_{i,k} \right) = \frac{1}{33} \sum_{i=1}^{33} p_{i,k}$$

| <i>IARI</i> | <i>STATO</i> |
|-------------------------|------------------|
| $0 \leq IARI \leq 0,05$ | ELEVATO |
| $0,05 < IARI \leq 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |

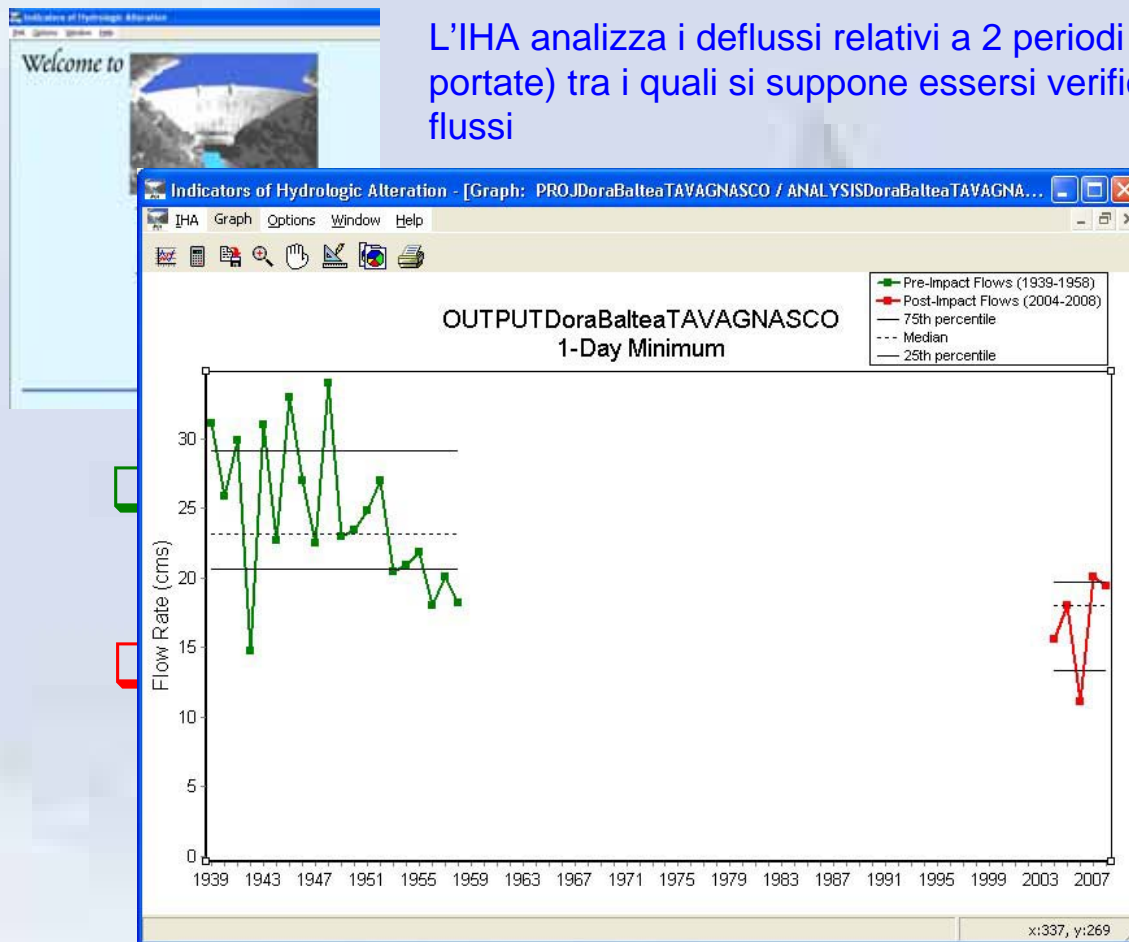


L'IHA analizza i deflussi relativi a 2 periodi di tempo (ovvero 2 diverse serie di portate) tra i quali si suppone essersi verificato un cambiamento del regime dei flussi

- ❑ un periodo di condizioni di deflusso naturale ovvero meno alterato (***pre-impact***)
- ❑ un periodo di condizioni più alterate (***post-impact***)

L'analisi IHA è stata effettuata con la collaborazione dell'Autorità di Bacino del Po e del Servizio Idrologia dell'Arpa Emilia Romagna

L'IHA analizza i deflussi relativi a 2 periodi di tempo (ovvero 2 diverse serie di portate) tra i quali si suppone essersi verificato un cambiamento del regime dei flussi

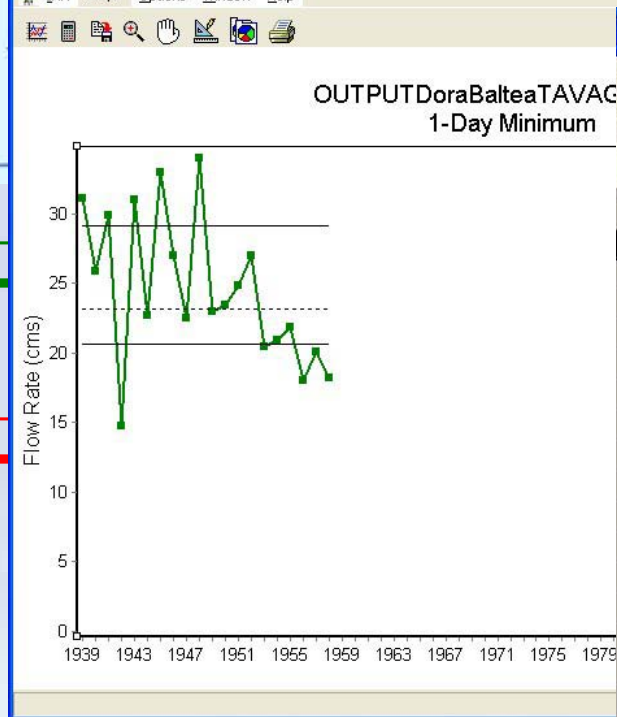
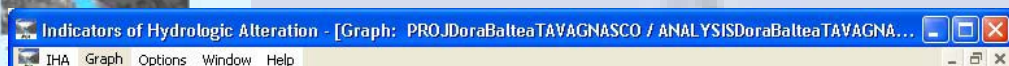


so naturale ovvero

ate (*post-impact*)

L'analisi IHA è stata effettuata con la collaborazione dell'Autorità di Bacino del Po e del Servizio Idrologia dell'Arpa Emilia Romagna

L'IHA analizza i deflussi relativi a 2 periodi di tempo (ovvero 2 diverse serie di portate) tra i quali si suppone essersi verificato un cambiamento del regime dei flussi



Indicators of Hydrologic Alteration - [Spreadsheet: PROJDoraBalteaTAVAGNASC... / AN...

IHA Spreadsheet Edit Insert Configuration Options Window Help

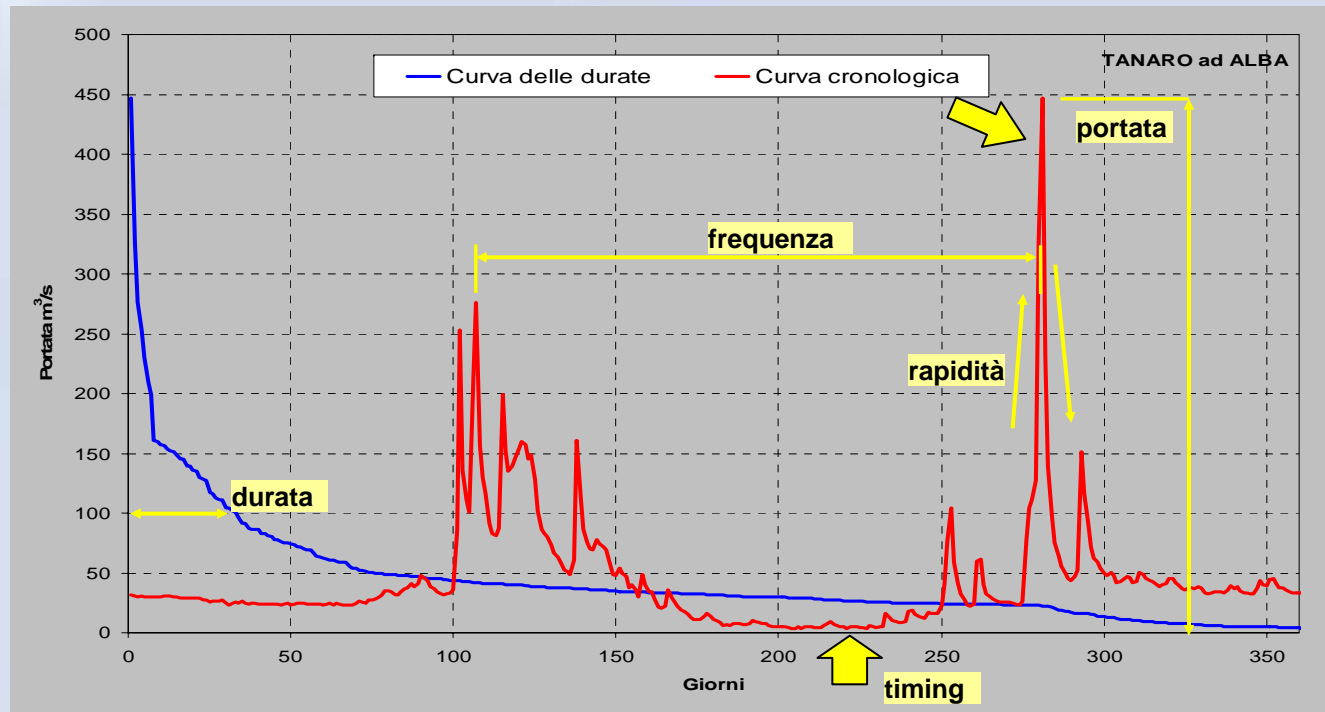
Tahoma 8

A1 Cell text = Variance Data, Box-and-whisker format

| | A | B | C | D | E |
|----|---------------------------------------|---------|----------|-------|-------|
| 1 | Variance Data, Box-and-whisker format | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | January | February | March | April |
| 4 | Pre-Impact Distribution | | | | |
| 5 | minimum | 21.3 | 20 | 20 | 28.05 |
| 6 | 25 pctlile | 25.35 | 23.55 | 24.73 | 37.43 |
| 7 | Median | 32.75 | 31.05 | 31.88 | 46 |
| 8 | 75 pctlile | 38.4 | 35.18 | 35.23 | 60.42 |
| 9 | maximum | 49.6 | 49.6 | 57.8 | 118 |
| 10 | | | | | |
| 11 | Post-Impact Distribution | | | | |
| 12 | minimum | 26 | 24.8 | 20.3 | 33.25 |
| 13 | 25 pctlile | 31 | 28.33 | 24 | 35.98 |
| 14 | Median | 36.2 | 31.9 | 29.1 | 40.85 |
| 15 | 75 pctlile | 43.65 | 36.48 | 34.55 | 53.6 |
| 16 | maximum | 49.3 | 40.25 | 37.6 | 54.15 |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |

L'analisi IHA è stata effettuata con la collaborazione dell'Autorità di Bacino del Po e del Servizio Idrologia dell'Arpa Emilia Romagna

Componenti critiche dei deflussi



1. **portata** complessiva o relativa ad una porzione di alveo temporaneamente inondata;
2. **frequenza** o tempo di ritorno di una fissata condizione di deflusso;
3. **durata** di una fissata condizione di deflusso (ad esempio, intervallo di tempo in cui una data piena permane su un'area oppure numero di giorni in cui un fissato valore di portata viene superato, ecc.);
4. **timing**: momento dell'anno in cui si manifesta una fissata condizione di deflusso;
5. **rapidità** di variazione di una condizione di deflusso.

INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA

| Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi |
|--|---|--|
| 1. Entità delle condizioni idriche mensili | Valore medio o mediano per ciascun mese solare. | Disponibilità di habitat per gli organismi acquatici. |
| | | Disponibilità di umidità nel suolo per le piante. |
| | | Disponibilità di cibo/riparo per mammiferi da pelliccia. |
| | | Disponibilità effettiva di acqua per gli animali terrestri. |
| | | Accessibilità da parte dei predatori ai siti di nidificazione. |
| | | Influenza su temperatura dell'acqua, livelli di ossigeno, fotosintesi nella colonna d'acqua. |
| | <i>Subtotale 12 parametri</i> | |

INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA

| Gruppo di parametri IHA | | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi | |
|-------------------------|---|---|---|--------------|
| | Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi | |
| 1. Entità delle mensili | 2. Entità e durata delle condizioni idriche estreme annuali | Valori minimi annuali, media di 1 giorno. | Equilibrio tra organismi competitivi, ruderali e stress-tolleranti. | medie mobili |
| | | Valori minimi annuali, media di 3 giorni. | Creazione di siti per la colonizzazione delle piante. | |
| | | Valori minimi annuali, media di 7 giorni. | Strutturazione di ecosistemi acquatici tra fattori abiotici e fattori biotici. | |
| | | Valori minimi annuali, media di 30 giorni. | Effetti di stress sulle piante dovuti all'umidità del suolo. | |
| | | Valori minimi annuali, media di 90 giorni. | Disidratazione negli animali. | |
| | | | Stress anaerobico nelle piante. | |
| | | Valori massimi annuali, media di 1 giorno. | Volume degli scambi di nutrienti tra fiume e piana inondabile. | |
| | | Valori massimi annuali, media di 3 giorni. | Durata di condizioni di stress quali bassi livelli di ossigeno e accumulo di sostanze chimiche negli ambienti acquatici. | |
| | | Valori massimi annuali, media di 7 giorni. | Distribuzione delle comunità di piante in laghi, acque stagnanti, piane inondabili. | |
| | | Valori massimi annuali, media di 30 giorni. | Durata di deflussi elevati per smaltimento di prodotti di rifiuto, aerazione dei letti di deposizione in sedimenti d'alveo. | |
| | | Valori massimi annuali, media di 90 giorni. | | |
| | | | Numero di giorni a deflusso nullo. | |
| | Indice di deflusso di base: deflusso minimo su 7 giorni/deflusso medio annuo. | | | |
| | <i>Subtotale 12 parametri</i> | | | |

INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA

| Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi |
|--|---|---|
| 1. Entità delle mensili | Valori minimi annuali, media di 1 giorno. | Equilibrio tra organismi competitivi |
| 2. Entità e durata delle idriche estreme annue | Valori minimi annuali, media di 1 giorno. | Equilibrio tra organismi competitivi |
| 3. Timing delle condizioni annuali estreme | Data del calendario giuliano di ciascun massimo annuale di durata 1 giorno. | Compatibilità con i cicli vitali degli organismi. |
| | Data del calendario giuliano di ciascun minimo annuale di durata 1 giorno. | Prevedibilità/evitabilità di stress per gli organismi. |
| | | Accesso ad habitat particolari durante la riproduzione o per evitare i predatori. |
| | | Stimolo alla deposizione per pesci migratori. |
| | | Evoluzione delle strategie di vita storicamente consolidate e dei meccanismi comportamentali |
| | <i>Subtotale 2 parametri</i> | |
| | Valori massimi annuali, media di 30 giorni. | Durata di deflussi elevati per smaltimento di prodotti di rifiuto, aerazione dei letti di deposizione in sedimenti d'alveo. |
| | Valori massimi annuali, media di 90 giorni. | |
| | Numero di giorni a deflusso nullo. | |
| | Indice di deflusso di base: deflusso minimo su 7 giorni/deflusso medio annuo. | |
| | <i>Subtotale 12 parametri</i> | |

INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA

| Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi |
|-------------------------|---|--|
| 1. Entità delle mensili | Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici |
| | 2. Entità e durata delle condizioni idriche estreme annue | Valori minimi annuali, media di 1 giorno |
| | 3. Timing delle condizioni idriche annuali estreme | Data del calendario giuliano di ciascun massimo annuale, di durata 1 giorno |
| | 4. Frequenza e durata degli high e low pulses | Numero di low pulses in ciascun anno idrologico. |
| | | Equilibrio tra organismi competitivi |
| | Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici |
| | | Influenza sugli Ecosistemi |
| | | Compatibilità con i cicli vitali degli organismi |
| | Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici |
| | | Influenza sugli Ecosistemi |
| | Valori | Frequenza ed entità dello stress da alterazione dell'umidità del suolo prodotto sulle piante. |
| | Valori | Frequenza e durata dello stress anaerobico sulle piante. |
| | Numero | Disponibilità di habitat in piane inondabili per gli organismi acquatici. |
| | Indice minimo | Scambi di nutrienti e di materia organica tra fiume e piana inondabile |
| | | Disponibilità di minerali nel suolo |
| | | Accessibilità ai siti per il nutrimento, la sosta e la riproduzione da parte degli uccelli acquatici. |
| | | Influenza sul trasporto solido di fondo, la tessitura dei sedimenti dell'alveo, e durata del disturbo del substrato (high pulse) |
| | | |
| | | <i>Subtotale 4 parametri</i> |

INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA

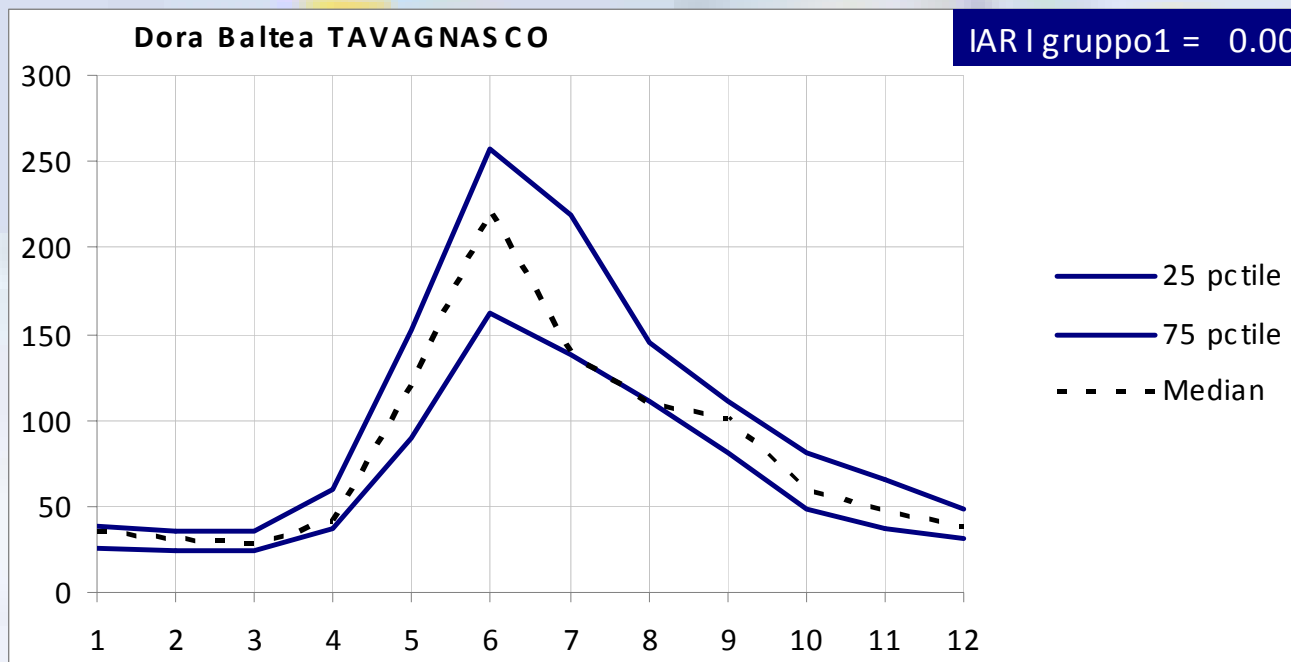
| Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi |
|--|--|---|
| 1. Entità delle mensili | Valori minimi annuali, media di 1 giorno | Equilibrio tra organismi competitivi |
| 2. Entità e durata delle idriche estreme annue | Valori minimi annuali, media di 1 giorno | Equilibrio tra organismi competitivi |
| 3. Timing delle condizioni annuali estreme | Data del calendario giuliano di ciascun massimo annuale, di durata 1 giorno | Compatibilità con i cicli vitali degli organismi |
| 4. Frequenza e durata degli high e low pulses | Numero di low pulses in ciascun anno idrologico. | Frequenza ed entità dello stress da alterazione dell'umidità del suolo |
| 5. Entità e frequenza delle variazioni delle condizioni idriche. | Entità degli incrementi: Media o mediana di tutte le differenze positive tra valori giornalieri consecutivi. | Stress sulle piante indotto dalle magre (livelli decrescenti) |
| | Entità dei decrementi: Media o mediana di tutte le differenze negative tra valori giornalieri consecutivi. | Intrappolamento di organismi su isole, piane inondabili (livelli crescenti). |
| | Numero delle inversioni idrologiche. | Stress da prosciugamento sugli organismi a bassa mobilità delle zone riparie. |
| | <i>Subtotale 3 parametri</i> | |
| | <i>Totale 33 parametri</i> | |
| | <i>Subtotale 4 parametri</i> | |

INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA

January
February
March
April
May
June
July
August
September
October
November
December

Gruppo 1

| Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi |
|--|---|---|
| 1. Entità delle condizioni idriche mensili | Valore medio o mediano per ciascun mese solare. | Disponibilità di habitat per gli organismi acquatici. Disponibilità di umidità nel suolo per le piante. Disponibilità di cibo/riparo per mammiferi da pelliccia. Disponibilità effettiva di acqua per gli animali terrestri. Accessibilità da parte dei predatori ai siti di nidificazione. |
| <i>Subtotale 12 parametri</i> | | Influenza su temperatura dell'acqua, livelli di ossigeno, fotosintesi nella colonna d'acqua. |



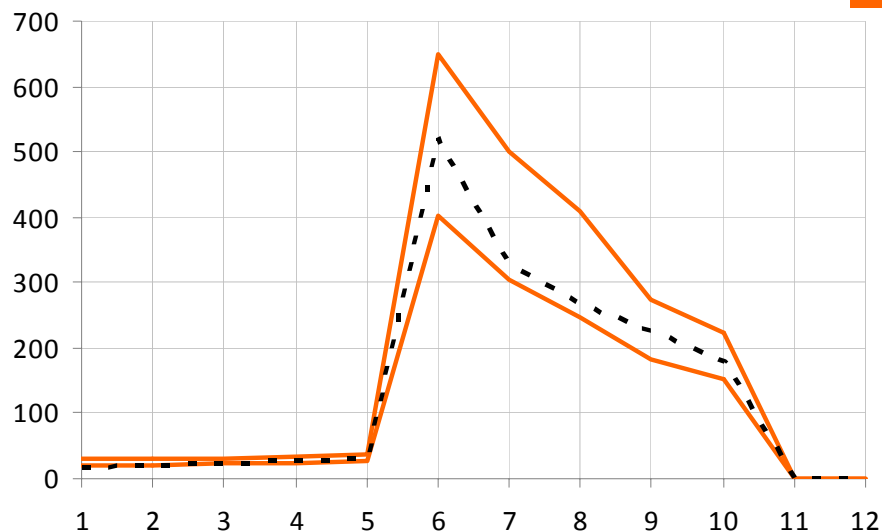
Gruppo 2

- 1-day minimum
- 3-day minimum
- 7-day minimum
- 30-day minimum
- 90-day minimum
- 1-day maximum
- 3-day maximum
- 7-day maximum
- 30-day maximum
- 90-day maximum
- Number of zero days
- Base flow index

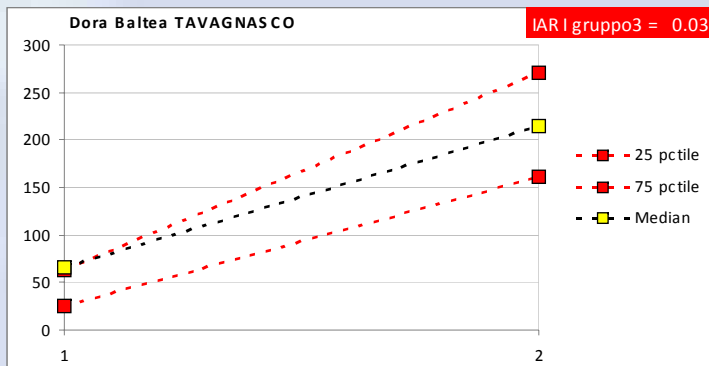
| Gruppo di parametri IHA | Parametri Idrologici | Influenza sugli Ecosistemi | |
|---|---|---|--------------|
| 2. Entità e durata delle condizioni idriche estreme annuali | Valori minimi annuali, media di 1 giorno. | Equilibrio tra organismi competitivi, ruderali e stress-tolleranti. | medie mobili |
| | Valori minimi annuali, media di 3 giorni. | Creazione di siti per la colonizzazione delle piante. | |
| | Valori minimi annuali, media di 7 giorni. | Strutturazione di ecosistemi acquatici tra fattori abiotici e fattori biotici. | |
| | Valori minimi annuali, media di 30 giorni. | Effetti di stress sulle piante dovuti all'umidità del suolo. | |
| | Valori minimi annuali, media di 90 giorni. | Disidratazione negli animali. | |
| | | Stress anaerobico nelle piante. | |
| | Valori massimi annuali, media di 1 giorno. | Volume degli scambi di nutrienti tra fiume e piana inondabile. | |
| | Valori massimi annuali, media di 3 giorni. | Durata di condizioni di stress quali bassi livelli di ossigeno e accumulo di sostanze chimiche negli ambienti acquatici. | |
| | Valori massimi annuali, media di 7 giorni. | Distribuzione delle comunità di piante in laghi, acque stagnanti, piane inondabili. | |
| | Valori massimi annuali, media di 30 giorni. | Durata di deflussi elevati per smaltimento di prodotti di rifiuto, aerazione dei letti di deposizione in sedimenti d'alveo. | |
| | Valori massimi annuali, media di 90 giorni. | | |
| | | Numero di giorni a deflusso nullo. | |
| | Indice di deflusso di base: deflusso minimo su 7 giorni/deflusso medio annuo. | | |
| | <i>Subtotale 12 parametri</i> | | |

Dora Baltea TAVAGNASCO

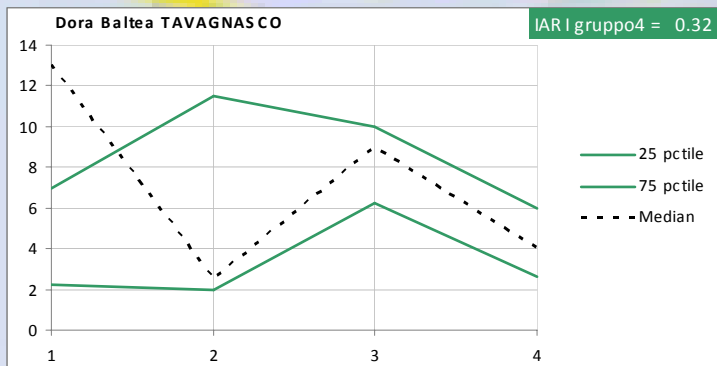
IAR I gruppo2 = 0.03



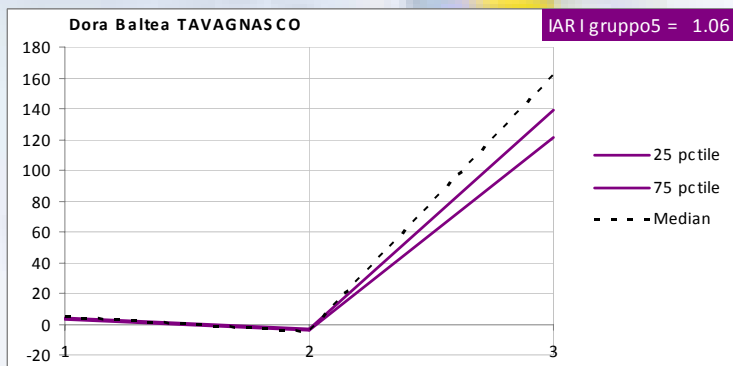
INDICATORS OF HYDROLOGIC ALTERATIONS, IHA



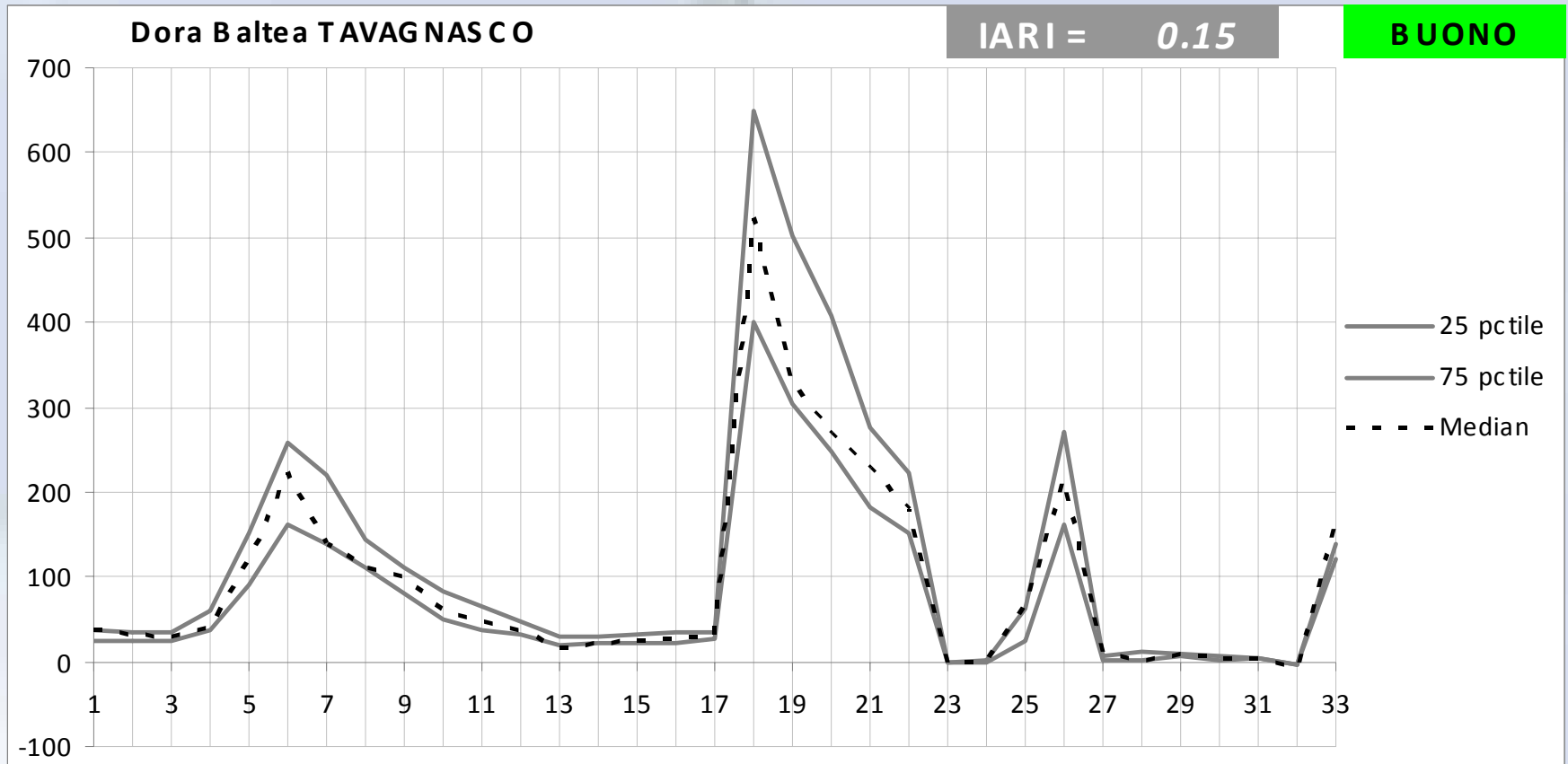
Gruppo 3
Date of minimum
Date of maximum



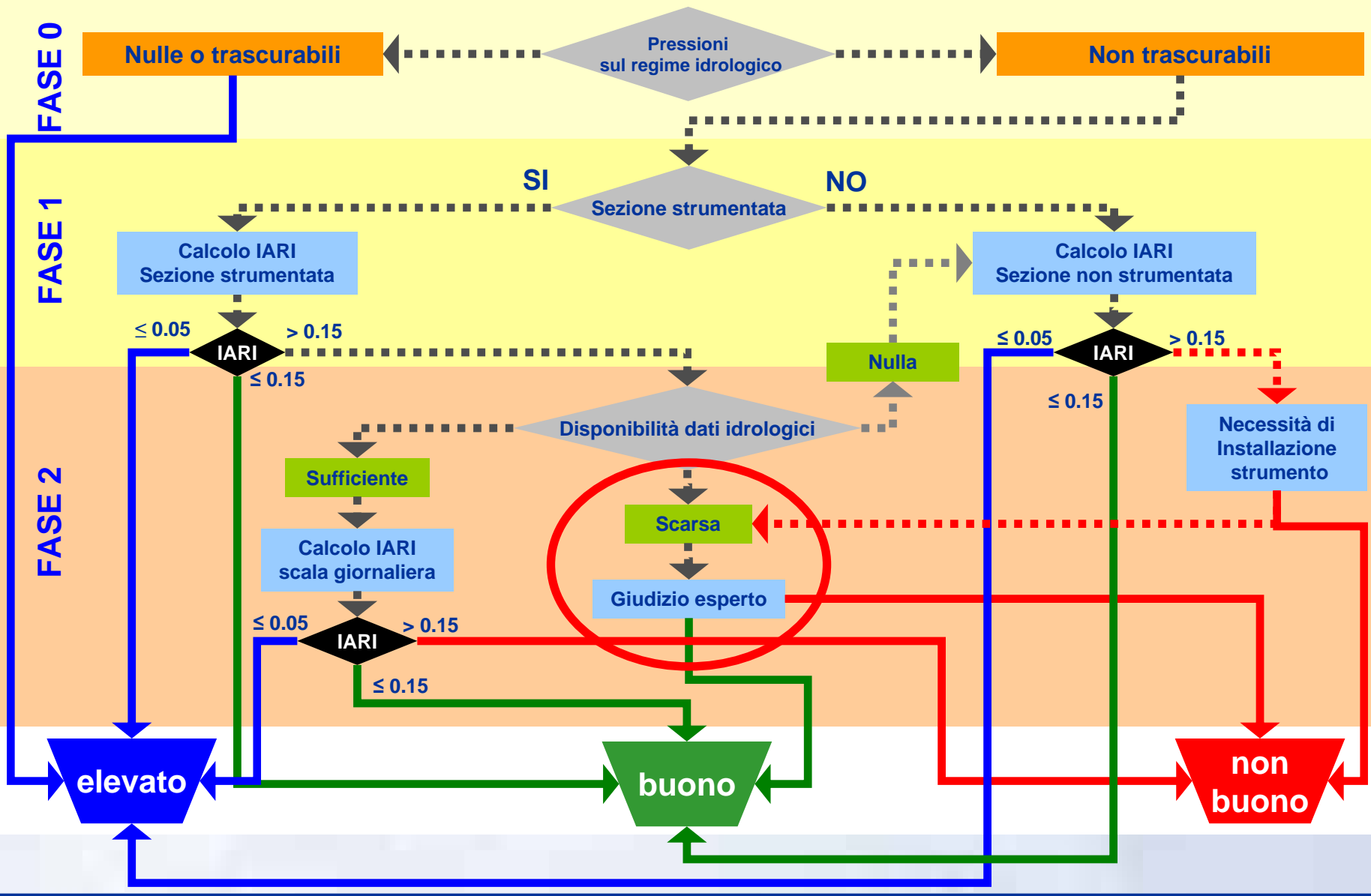
Gruppo 4
Low pulse count
Low pulse duration
High pulse count
High pulse duration



Gruppo 5
Rise rate
Fall rate
Number of reversals




SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA



$IARI_k$
Fase 2 - sezione strumentata - disponibilità di dati "scarsa"

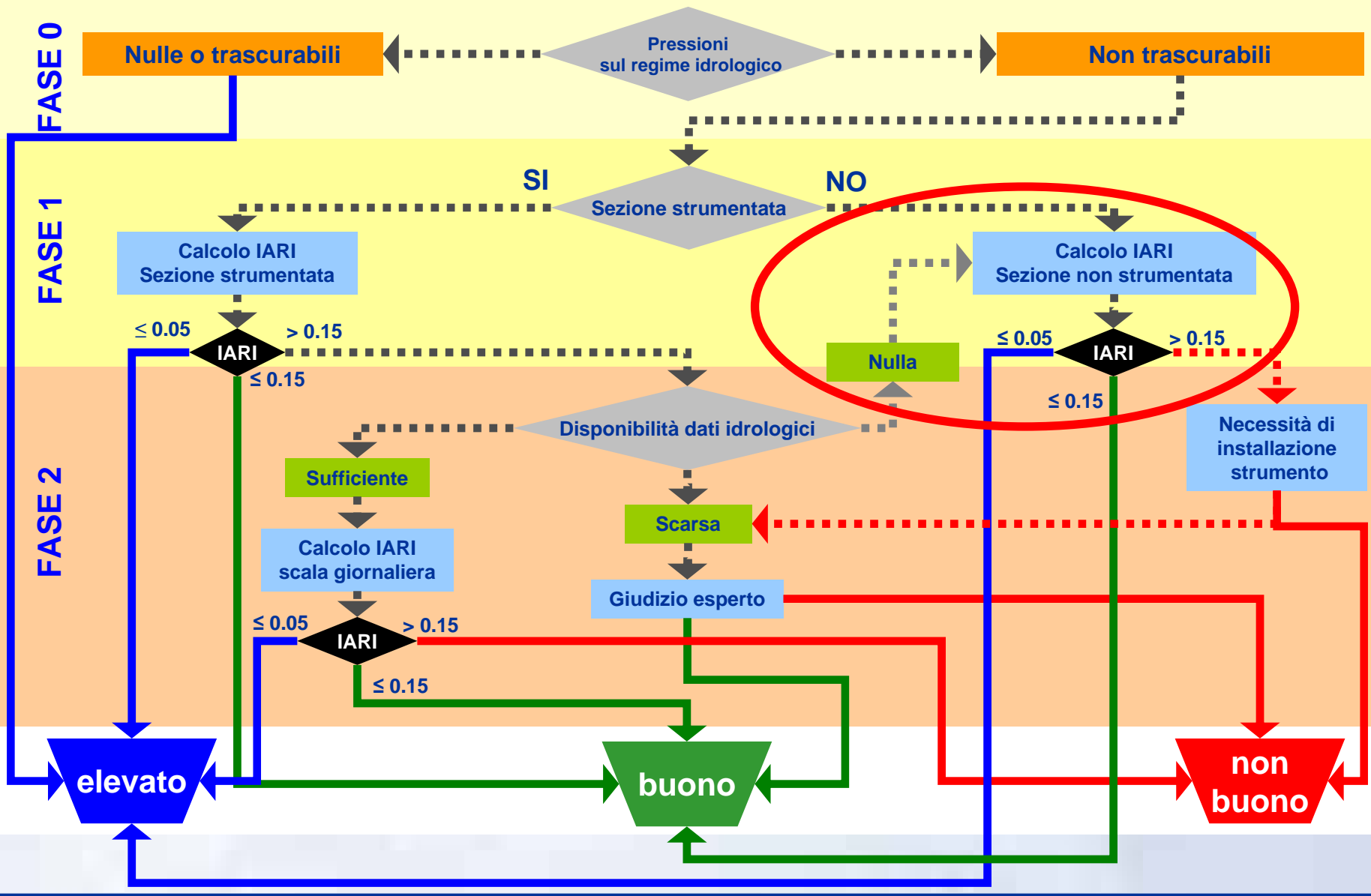
Giudizio esperto

Classificazione idrologica



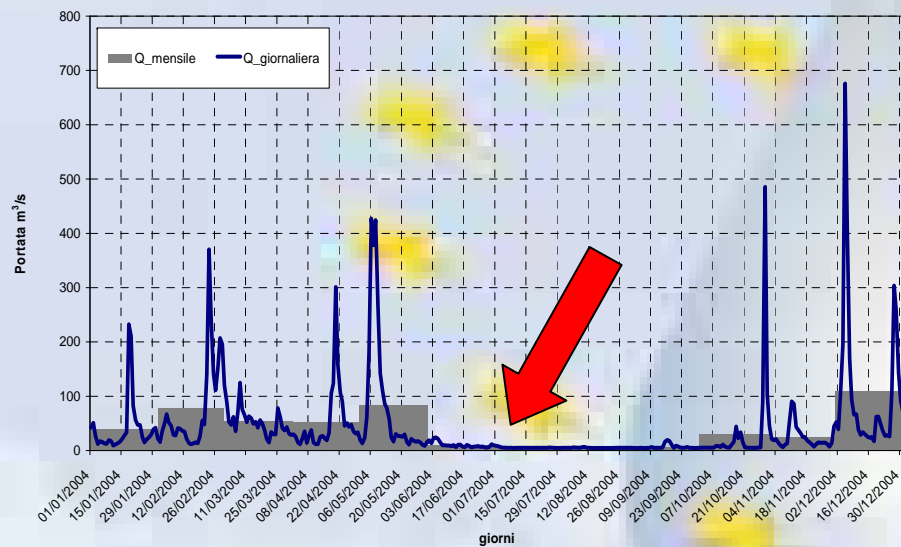
| <i>IARI</i> | <i>STATO</i> |
|---|-------------------|
| $0 < IARI \leq 0,05$ | SCARSO |
| $0,05 < IARI \leq 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |

SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA

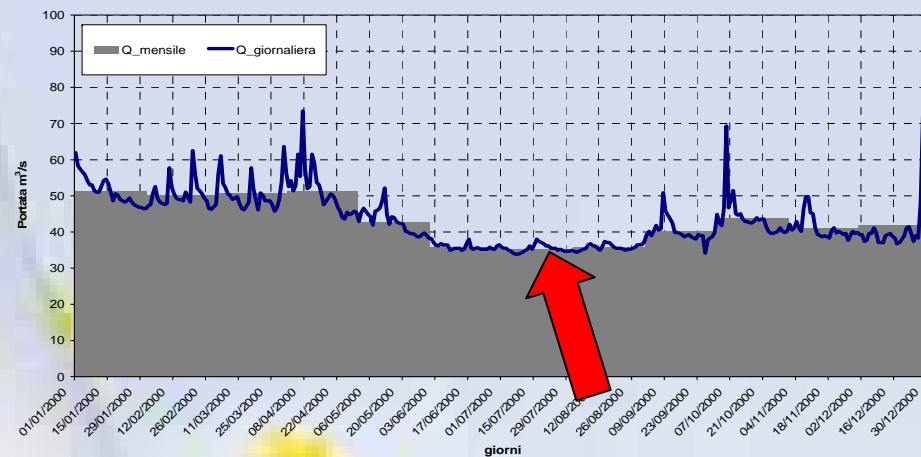


SEZIONE NON STRUMENTATA: FASE 1

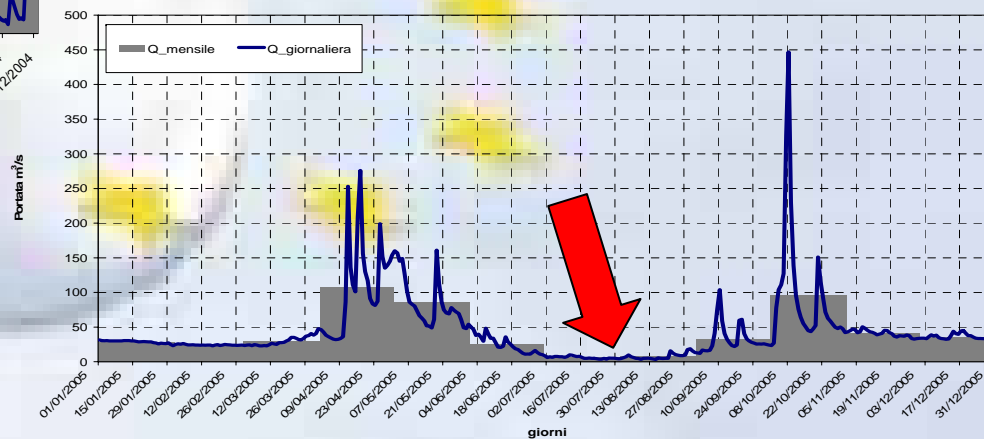
Arno a Nave di Rosano.



PESCARA a S.TERESA



ALBA TANARO Q.A.



SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA

$IARI_k$
Fase 1 - sezione non strumentata o con disponibilità di dati "nulla"

Serie delle portate mensili naturali
 $QN_{i,k}$
(stimate mediante modellistica)

Serie dei mesi di minima
portata mensile naturale $m_{min,k}$

Calcolo dei percentili
 $QN_{0.25,i}$ e $QN_{0.75,i}$

Mese con maggiore frequenza di
portata minima mensile
 M_{min}

Portata minima mensile
misurata $QM_{min,k}$

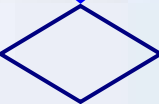
Calcolo SPI_k anno k

Calcolo P_k

$IARI_k = c(SPI_k)P_k$

| $IARI$ | STATO |
|-------------------------|-----------|
| $0 \leq IARI \leq 0,05$ | ELEVATO |
| $0,05 < IARI \leq 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |

Classificazione idrologica



> 0.15

Fase 2

L'Indice di Alterazione del Regime Idrologico dell'anno k -esimo è definito da

$$P_k = \begin{cases} 0 & \text{se } QN_{0.25,\min} \leq QM_{\min,k} \leq QN_{0.75,\min} \\ \min \left(\left| \frac{QM_{\min,k} - QN_{0.25,\min}}{QN_{0.75,\min} - QN_{0.25,\min}} \right|, \left| \frac{QM_{\min,k} - QN_{0.75,\min}}{QN_{0.75,\min} - QN_{0.25,\min}} \right| \right) & \text{se } QM_{\min,k} < QN_{0.25,\min} \text{ ovvero } QM_{\min,k} > QN_{0.75,\min} \end{cases}$$

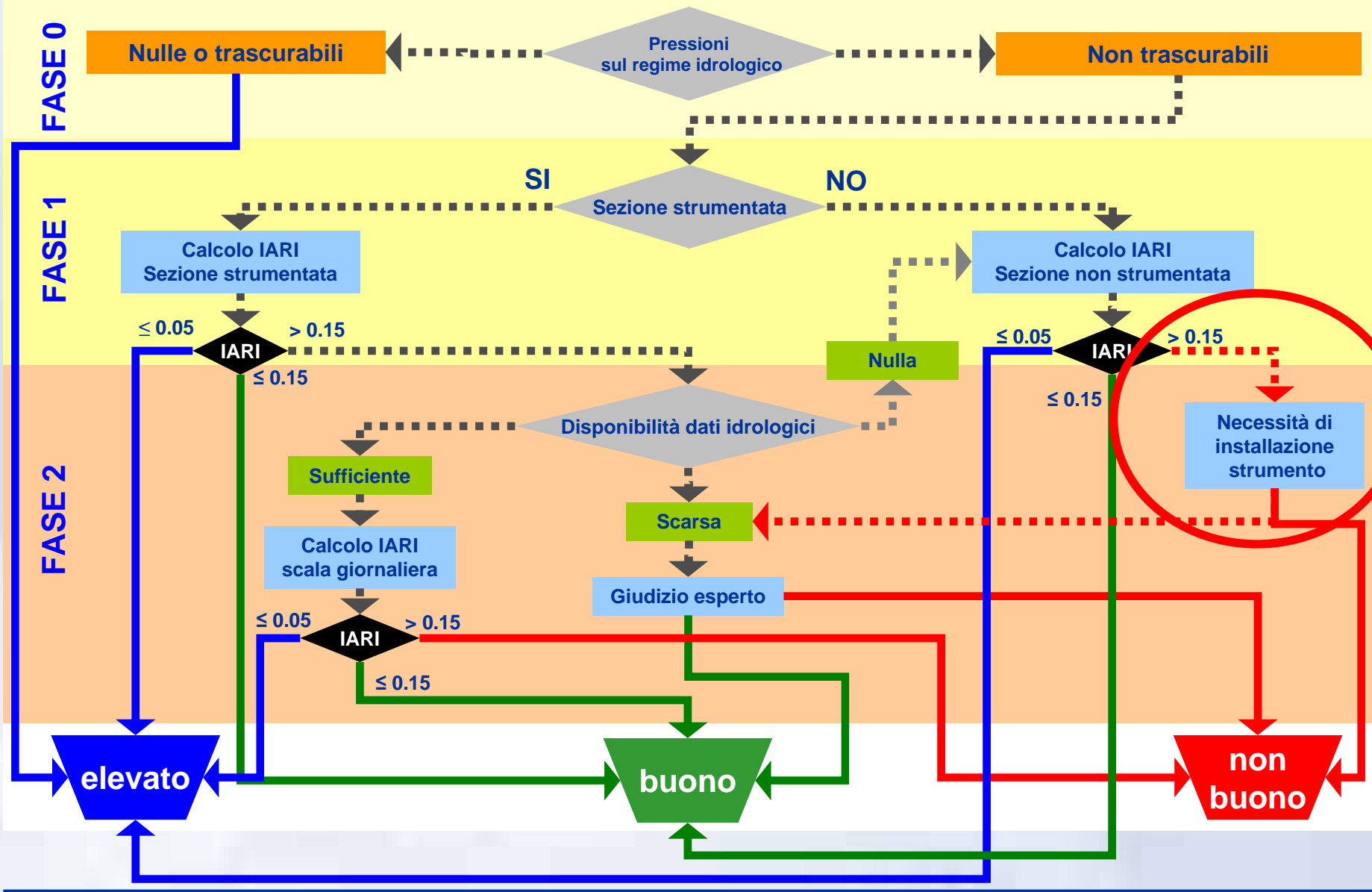
$$IARI_k = c(SPI_k)P_k$$

| <i>IARI</i> | <i>STATO</i> |
|------------------------------------|------------------|
| $0 \leq IARI \leq 0,05$ | ELEVATO |
| $0,05 < IARI \leq 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |



Fase 2

RIEPILOGO SCHEMA LOGICO DELLA PROCEDURA



$IARI_k > 0.15$
Fase 2 - sezione non strumentata

**Installazione stazione
di monitoraggio**

| <i>IARI</i> | <i>STATO</i> |
|-------------------------|------------------|
| $0 \leq IARI \leq 0,05$ | ELEVATO |
| $0,05 < IARI < 0,15$ | BUONO |
| $IARI > 0,15$ | NON BUONO |





Grazie per l'attenzione!